
D. SEARS

ENCYCLOPÉDIE

MÉTHODIQUE.

N. B. Le Tome deuxième est ſous-preſſe; & paroîtra dans les ſix premiers mois de 1794, au plus tard.

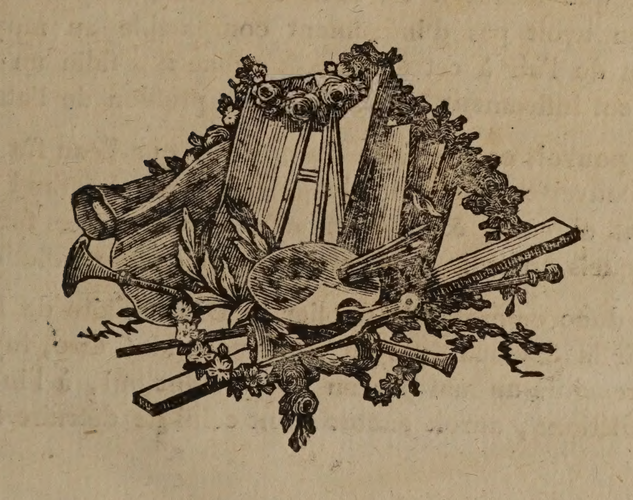
DICTIONNAIRE

DE PHYSIQUE,

Par MM. MONGE, CASSINI, BERTHOLON, &c.

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

TOME PREMIER.



A PARIS,

HOTEL DE THOU, RUE DES POITEVINS, N°. 93.

1793.

AVERTISSEMENT.

LORSQU'ON a commencé l'Encyclopédie méthodique, c'étoit l'époque à laquelle la Physique faisoit les progrès les plus rapides.

La plûpart des fluides élastiques étoient connus à la vérité ; mais on ne savoit encore rien sur leur composition, & il y avoit trop peu de temps qu'on les observoit pour connoître leurs affections générales, & les actions particulières qu'ils exercent les uns sur les autres.

On connoissoit les principaux phénomènes de la matière de la chaleur qui, quand elle est en liberté, est sensible au Thermomètre, & qui cesse d'agir sur cet instrument, lorsqu'elle est employée à changer l'état & la forme des corps ; mais les expériences que l'on avoit fait sur cet objet, étoient en trop petit nombre pour établir avec quelque certitude une Théorie, & l'on n'avoit pas eu le temps d'appliquer cette Théorie jusqu'aux plus petits détails de la plûpart des phénomènes.

On savoit que l'air peut tenir plus ou moins d'eau en dissolution, que tantôt il en enlève, & que tantôt il en abandonne aux corps avec lesquels il est en contact ; mais on avoit pas d'instrument comparable au moyen duquel on pût s'assurer de l'état de l'air à cet égard ; & même il a fallu un certain temps pour reconnoître que cet instrument est sensible à la pression de l'atmosphère.

Enfin rien ne pouvoit encore faire soupçonner que l'eau fût une substance composée ; cette découverte, en jetant du jour sur un très-grand nombre de phénomènes qui étoient obscurs, & en donnant des idées exactes sur beaucoup d'autres, par rapport auxquels on étoit dans l'erreur, a fait une révolution dans la Science.

Si l'on se fût donc empressé de publier le Dictionnaire de Physique, on auroit été forcé de saisir la Science dans un état, pour ainsi dire, fugitif, & l'on n'auroit que foiblement remédié au mal par un Supplément qui, à l'inconvénient des perpétuelles contradictions, auroit encore joint celui de détruire l'ordre & l'unité du point de vue.

ABAISSEMENT, c'eſt le nom dont on ſe ſert pour déſigner la diminution des eaux des rivières, des fleuves, &c., ſoit pendant les chaleurs, ſoit après que l'augmentation des eaux a ceſſé. L'évaporation continuelle, produite par la chaleur du ſoleil en été, jointe au défaut de pluie durant une partie de l'année, occaſionne un abaiſſement plus ou moins conſidérable des eaux des étangs, des marais, des lacs, des rivières & des fleuves. Le phyſicien doit meſurer, en partant d'un point fixe, la quantité de cet abaiſſement dans les divers temps de l'année; continuer à l'obſerver pendant une ſuite d'années, afin d'en pouvoir conclure, par exemple, au bout de dix ans, un abaiſſement moyen des rivières principales du pays qu'il habite. Il ſeroit à ſouhaiter qu'on ſe fût appliqué, dans les principales parties du globe que nous habitons, à faire des obſervations de ce genre, & qu'on les eût liées avec celles qui peuvent y avoir rapport: une infinité de connoiſſances de théorie & de pratique en réſulteroient. Dans un petit nombre de villes, & à Paris ſur-tout, on tient compte des abaiſſemens & des élévations ſucceſſives des rivières qui coulent dans leur ſein. Ces obſervations ſont trop nombreuſes, depuis une longue ſuite d'années qu'on les fait, pour être rapportées dans cet ouvrage, d'où, je penſe, on doit bannir les phénomènes de localité particulière, ſi je puis m'exprimer ainſi. Sur le canal de Languedoc, on obſerve auſſi, depuis pluſieurs années, les diverſes quantités d'élévation & d'abaiſſement des eaux de quelques rivières; & on ſent facilement combien cette eſpèce d'obſervations, répétées dans le même lieu durant un certain eſpace de temps, & multipliées en divers endroits ſur la longueur de ce canal, peuvent être utiles, relativement à l'entretien de cet ouvrage, aux différentes opérations qu'on y pratique, & à la navigation. Rien n'eſt plus facile que ce genre d'obſervations; il ſuffit de faire graver, ſur un mur de revêtement, ſur l'arche d'un pont, ſur une colonne, &c. une échelle diviſée en pieds, en pouces & en lignes, en partant d'un point fixe; & d'écrire pluſieurs fois par jour les hauteurs obſervées: il ne faut, pour y réuſſir, qu'une grande aſſiduité & une exactitude ponctuelle.

ABAISSEMENT *du mercure dans le baromètre.* Une diminution dans la preſſion de l'air ſur la ſurface du mercure ſtagnant dans le baromètre, eſt cauſe de la deſcente du mercure; il en eſt de même dans les baromètres d'eau. Lorſque le tube d'un baromètre eſt rempli avec du mercure, la colonne de ce fluide ſe tient élevée de 28 pouces environ au-deſſus du niveau; s'il eſt plein d'eau, la colonne eſt de 32 pieds, parce que l'eau eſt près de quatorze fois moins peſante que le mercure, & que quatorze fois 28 pouces font 392 pouces, ou 32 pieds environ. Dans ces deux cas, ſi la preſſion de l'air, qui eſt la cauſe de l'élévation des liqueurs dans les tubes de baromètre; ſi cette preſſion diminue, l'effet doit conſéquemment être moindre dans le même rapport, & la colonne de fluide s'abaiſſer ſucceſſivement, & ſe rapprocher de plus en plus du niveau. A meſure qu'on s'éloigne du niveau de la mer, qu'on s'approche des montagnes, qu'on s'élève vers leur ſommet, ou au-deſſus dans des aéroſtats, on voit la colonne de liqueur, contenue dans le baromètre, diminuer progreſſivement; de ſorte qu'on peut meſurer la hauteur des lieux par l'abaiſſement du mercure; mais ces objets ne peuvent être bien entendus, qu'après avoir lu les articles AIR, PESANTEUR DE L'AIR, BAROMÈTRE, *meſure des hauteurs par le moyen du baromètre*, &c. auxquels nous ſommes forcés de renvoyer, parce que c'eſt-là où les principes doivent être expoſés.

ABAISSEMENT, eſt encore un terme d'aſtronomie qui a rapport au pôle, aux étoiles, &c. On dit, par exemple, que dans la ſphère oblique, un pôle eſt autant abaiſſé au-deſſous de l'horiſon, que l'autre eſt élevé; qu'une étoile eſt abaiſſée ſous l'horiſon d'un certain nombre de degrés: l'arc du cercle vertical, qui eſt entre l'horiſon & l'étoile, ſert à meſurer cet abaiſſement. Voyez *le Dict. Géograph. de* l'Encycloped.

ABAISSEMENT, en algèbre, déſigne l'opération par laquelle on réduit une équation à un dégré inférieur, ou plutôt au moindre degré dont elle ſoit ſuſceptible, ainſi l'équation $\underline{x}^{d} + \underline{a}\,\underline{xx} = \underline{b}\,\underline{x}$ qui paroît du 3[e] degré, s'abaiſſe à une équation du 2[e] degré $\underline{xx} + \underline{a}\,\underline{x} = \underline{b}$, en diviſant tous les termes par la quantité $\underline{x}$. C'eſt dans le dictionnaire de mathématiques qu'il faut chercher des détails ſur cette opération.

ABAISSEMENT *du niveau vrai. Voyez* NIVEAU.

ABAISSEUR. Terme d'anatomie employé également dans quelques ouvrages de phyſique; il déſigne divers muſcles du corps animal, dont la fonction eſt d'abaiſſer les parties auxquelles ils ſont unis. Ce nom eſt donné particulièrement à un des ſix muſcles droits de l'œil, dont quatre ſont droits, & deux obliques; il prend ſon origine au grand angle de l'œil; & après avoir paſſé en arc le long de la paupière ſupérieure, il s'inſère au petit angle; lorſqu'il agit, il tire la paupière ſupérieure en bas, & couvre l'œil. Afin que l'œil ſoit fermé plus exactement, une autre portion de ce muſcle traverſe

de même la paupière inférieure, & va finir au petit angle, en partant du grand angle. La figure elliptique ou circulaire de ce muſcle, dont les deux extrémités ſont fixes, forcent les fibres charnues de devenir plus droites par la contraction, de ſorte que les deux parties de ce muſcle ferment parfaitement bien l'œil : auſſi ce muſcle eſt-il appellé le fermeur par quelques anatomiſtes ; par d'autres, l'humble, parce qu'il tire l'œil de haut en bas, & fait regarder la ſurface de la terre. Le muſcle releveur ou le ſuperbe, a une fonction oppoſée, celle de lever l'œil de bas en haut, & de regarder le ciel.

ABAS ou OVAL. C'eſt le terme dont le peuple ſe ſert, en quelques endroits, pour déſigner le vent d'occident, ſoit parce qu'il vient du côté de la mer, qui eſt l'endroit le plus bas de la ſurface de la terre, ſoit parce que ce vent eſt ordinairement plus bas que les autres, quand ils ſoufflent enſemble : ainſi, il dit, *vent d'Abas*, *vent d'Oval.*

ABDOMEN, eſt un terme d'anatomie, par lequel on déſigne le bas-ventre ; celui-ci commence immédiatement au-deſſous de la poitrine, & ſe termine par le fond du baſſin des os innominés. On peut en voir la deſcription dans tous les ouvrages d'anatomie, & en particulier dans le dictionnaire de l'encyclopédie par ordre des matières, qui a rapport à cet objet. Nous n'avons fait mention ici de ce mot, étranger à la phyſiqne, que pour avoir occaſion de faire obſerver, au commencement de cet ouvrage, que des mots de ce genre ne doivent point être cherchés ni contenus dans le dictionnaire de phyſique : ce ſeroit faire un double emploi, & groſſir inutilement cette partie de l'encyclopédie méthodique.

L'*abdomen* dans les inſectes, eſt la partie poſtérieure du corps qui eſt unie au corcelet par un filet ; il eſt diviſé en pluſieurs ſegmens, & renferme ordinairement les inteſtins & les parties de la génération : ſa figure varie beaucoup.

ABEILLE. Ce nom eſt abſolument étranger à la ſcience qui traite de la phyſique, & on doit être étonné de le trouver dans un dictionnaire de phyſique qui a été publié, il y a quelque temps. Il appartient au dictionnaire d'hiſtoire naturelle, & en particulier à celui qui traite des inſectes : c'eſt-là qu'il faut le chercher, & on l'y trouvera avec une juſte étendue, ainſi que tout ce qui regarde les autres inſectes. Il en doit être de même des autres animaux, des végétaux & des minéraux, & nous profitons de cette occaſion pour généraliſer ici l'obſervation que nous venons de faire dans l'article précédent. Nous dirons ſeulement, pour rendre cet article moins ſec, que l'abeille eſt un genre d'inſecte de la claſſe des hymenoptères, que parmi les abeilles à miel, il y a des mâles, des femelles & des mulets ; que pluſieurs naturaliſtes ont penſé que toutes les abeilles avoient été d'abord ſauvages, & qu'elles nous étoient venues des forêts du nord, &c.

L'Abeille ou *mouche*, eſt encore le nom d'une petite conſtellation placée dans l'hémiſphère céleſte méridional, au-deſſous de la Croix, & près du Caméléon. On la trouve dans tous les nouveaux planiſphères, dans les cartes céleſtes publiées en dernier lieu, & dans les nouveaux globes céleſtes. M. Delalande en a parlé dans ſa grande aſtronomie, & dans le dictionnaire de mathématique, partie aſtronomique.

ABERRATION *aſtronomique ; Aberration des étoiles ; Aberration des fixes* : c'eſt une eſpèce de mouvement apparent qu'on obſerve dans les étoiles : on s'étoit apperçu depuis long-tems que la poſition des étoiles éprouvoit de certaines variations qui ne répondoient en aucune manière au mouvement apparent d'un degré en ſoixante-douze ans, que leur donne la préceſſion des équinoxes. Feu M. l'abbé Picard avoit remarqué ces variations dans l'étoile polaire, dès l'année 1671. Les obſervations extrêmement multipliées de M. Bradley lui offrirent, non-ſeulement les variations obſervées par l'abbé Picard, mais encore beaucoup d'autres qu'on n'auroit pas même ſoupçonnées. Il trouva des étoiles qui paroiſſoient avoir, dans l'eſpace d'un an, une eſpèce de balancement en longitude, ſans changer en aucune manière de latitude ; d'autres qui varioient en latitude, ſans changer de longitude ; & d'autres enfin, & c'étoit le plus grand nombre, qui paroiſſoient décrire dans le ciel, pendant l'eſpace d'une année, une petite ellipſe plus ou moins alongée.

La période d'une année qu'affectoient tous ces mouvemens ſi différens les uns des autres, faiſoit bien voir que le mouvement de la terre y entroit pour beaucoup ; mais il n'étoit pas auſſi aiſé de déterminer de quelle manière il y pouvoit influer ; enfin, des efforts réitérés lui firent trouver la cauſe de ces bizarreries apparentes dans le mouvement ſucceſſif de la lumière combiné avec celui de la terre autour du ſoleil. *Voyez* Bradley, dans ce dictionnaire de phyſique.

On avoit cru, pendant long-tems, que la viteſſe de la lumière étoit phyſiquement infinie. M. Roëmer oſa avancer le premier qu'elle ne l'étoit pas, & même déterminer le tems qu'elle mettoit à traverſer les ſoixante-ſix millions de lieues qui forment le diamètre de l'orbe annuel. Cet exact & induſtrieux obſervateur avoit remarqué que les émerſions du premier ſatellite de Jupiter tardoient à meſure que Jupiter s'éloignoit de l'oppoſition, & que ce retardement alloit dans les éclipſes les plus proches de la conjonction, juſqu'à 11 minutes : il penſa que ces 11 minutes n'étoient que le temps que le premier rayon du ſatellite ſortant de l'ombre, mettoit à parcourir la diſtance qui ſe trouvoit entre les deux poſitions de la terre proche de l'oppoſition & proche de la jonction, & que par conſéquent la viteſſe de la lumière étoit non-ſeulement finie, mais même meſurable. Cette explication ſi naturelle ne fut cependant unanimement adoptée par les phyſiciens, que long-tems après la mort de Roëmer. Ce fut de ce mouvement ſucceſſif que Bradley tira l'explication des variations irrègulières qu'il avoit obſervées dans les étoiles, & auxquelles il donna le nom d'*Aberration des*

fixes. Voici une idée de son explication, d'après l'historien de l'académie.

Qu'on imagine des files de petits corps allant par des directions parallèles entr'elles, comme, par exemple, une pluie sans aucun vent & tombant perpendiculairement à l'horison; qu'on expose à cette pluie un tuyau droit immobile & placé dans la même situation verticale; il est évident que la goutte d'eau qui entre par son orifice supérieur, sortira par l'orifice inférieur, sans avoir, en aucune façon, touché les parties intérieures du tuyau. Mais si on fait mouvoir le tuyau parallèlement à lui-même, quoique sa situation reste toujours parallèle à la direction des gouttes de pluie, il arrivera nécessairement que le mouvement du tuyau leur fera rencontrer l'une de ses parois d'autant plûtôt, que le mouvement des gouttes sera plus lent relativement à celui du tuyau; & il est aisé de démontrer que si l'un & l'autre mouvement étoient égaux, la goutte de pluie qui tomberoit au centre de l'ouverture supérieure du tuyau rencontreroit la paroi intérieure, après avoir seulement parcouru une longueur égale au demi-diamètre du tuyau, & que sa direction feroit par conséquent, avec l'axe de ce tuyau, un angle de 45 dégrés; d'où il suit que si l'on vouloit que les gouttes d'eau ne se touchassent point malgré son mouvement, il faudroit l'incliner de 45 dégrés dans le sens de ce mouvement, & que s'il se faisoit dans la circonférence d'un cercle, le tuyau décriroit autour de la ligne verticale qui passeroit par le centre de sa base, un cône dont l'angle seroit de 90 dégrés

Ce qu'on vient de dire a dû faire voir que le changement d'inclinaison qu'il faut faire subir au tuyau, pour que, malgré son mouvement, les gouttes de pluie ne touchent point les parois intérieures, dépend absolument de la proportion qu'il y aura entre la vitesse de ce mouvement & celle des gouttes de pluie, & que plus cette dernière sera grande, relativement à l'autre, moins il faudra incliner le tuyau, ensorte que si elle devenoit infinie à son égard, il n'y auroit plus aucun changement à faire, puisque la goutte seroit aussi-tôt arrivée en bas qu'entrée par le haut; & que le tuyau n'auroit pu avancer pendant ce temps que d'une quantité infiniment petite.

En appliquant cette théorie à l'aberration des étoiles, il ne sera pas difficile de reconnoître que les files des gouttes de pluie sont les rayons venant des étoiles; que le tuyau qu'on a d'abord supposé en repos & ensuite en mouvement, est celui de la lunette de l'instrument qui sert à déterminer la position des étoiles, & qui est toujours emporté par le mouvement de la terre autour du soleil, & qu'enfin la vitesse du mouvement de la lumière, ayant un rapport avec celle du mouvement de la terre, le tuyau doit changer d'inclinaison, à mesure que ce mouvement change de direction; d'où il suit que chaque étoile doit avoir une suite de positions différentes, ou, ce qui revient au même, un mouvement apparent dans le ciel qui lui fasse décrire, dans l'espace d'un an, selon sa position, des ellipses plus ou moins allongées.

Telle est la belle théorie de l'aberration que Bradley publia en 1727, & qui fut reçue de tout le monde savant, avec les justes applaudissemens qu'elle méritoit. M. Clairaut en fit depuis le sujet d'un excellent mémoire imprimé en 1737, dans lequel il examine à fond la théorie de l'aberration, & donne les règles nécessaires pour l'appliquer à la pratique. Il résulte de son calcul, que la vitesse que les aberrations observées des étoiles obligent de donner à la lumière, est absolument la même que celle que lui avoit attribuée l'ingénieuse explication que Roëmer avoit donnée du retardement des eclipses du premier satellite de Jupiter: nouvelle preuve de l'hypothèse, si elle avoit besoin d'être prouvée. Ainsi l'*aberration des fixes* est un changement apparent qu'on observe dans la situation des étoiles, par lequel elles semblent éloignées quelquefois de 20 secondes du point réel où elles se trouvent; changement qui dépend, comme on l'a dit, du mouvement annuel de la terre combiné avec le mouvement successif de la lumière.

M. Clairaut a donné à l'académie un travail précieux sur l'aberration des étoiles, ainsi qu'on vient de le dire; nonseulement il éclaira cette théorie, mais il calcula cette aberration & en donna des tables. Quelques années après, une autre branche de cette même théorie, à laquelle on n'avoit pas pensé, fut créé entre ses mains; c'étoit l'aberration des planètes, d'autant plus compliquée, qu'il y faut faire entrer leur mouvement & ses inégalités, & leur position à l'égard du soleil & de la terre. La théorie de l'aberration des fixes fut bientôt après suivie d'un mémoire dans lequel il enseigne à les dépouiller de l'effet de cette inégalité, pour voir si on ne pourroit pas leur découvrir une parallaxe. *Voyez les mémoires des l'académie des sciences.*

Aberration. *Optique.* L'aberration en optique, est l'espèce de dispersion ou d'incoïncidence qu'éprouvent les rayons de lumière qui ont été réfractés en passant par divers milieux, principalement de l'air dans le verre. Ce qui regarde cet objet est de la plus grande importance, relativement à la perfection des lunettes; car si, par différentes causes, les rayons de lumière ne se réunissent pas au même point, mais en plusieurs, il y aura nécessairement une confusion dans les images représentées. On distingue deux sortes d'*aberration*, savoir, *l'aberration de sphéricité*, & *l'aberration de réfrangibilité.*

L'*aberration de sphéricité* dépend de la forme sphérique des verres qu'on emploie ordinairement. L'expérience prouve que les rayons de lumière qui ont passé par des surfaces réfringentes, dont la courbure est sphérique, comme les verres lenticulaires des lunettes, ne se réunissent pas en un point, mais dans un petit espace circulaire qui a d'autant plus d'étendue, que la surface sphérique qui reçoit les rayons incidens, est plus grande. Il n'y a que les rayons qui traversent une même

circonférence concentrique à l'axe, qui se réunissent à un point de l'axe; ceux qui passent par une circonférence plus grande, concourent aussi à un même point de l'axe; mais ce second point diffère de celui auquel se sont réunis les rayons admis par la première circonférence, & ce second point est plus proche de la surface réfringente. C'est cette différence de points, de concours à l'axe, qu'on a nommé *aberration de sphéricité.*

La courbure sphérique n'étant donc point propre à réunir & à faire converger dans le plus petit espace possible, les rayons de la lumière qui partoient divergens de chaque point d'un objet, on chercha d'autres espèces de convexités plus propres à opérer cette coïncidence parfaite. Descartes s'en occupa beaucoup; Newton fit à ce sujet des recherches, ainsi que d'autres géomètres. On trouva que la courbure parabolique ou hyperbolique, étoit plus propre à faire concourir les rayons dans un petit espace, que la courbure sphérique; mais la difficulté de donner aux verres des formes paraboliques ou hyperboliques, ne permit pas aux artistes d'exécuter ce que la théorie enseignoit. Newton découvrit ensuite un nouvel obstacle qui l'écartoit encore davantage du but, & qu'on ne réuniroit pas parfaitement les rayons de la lumière, quand même le corps réfringent seroit taillé de la manière la plus convenable pour cet effet. Ce nouvel obstacle étoit une autre espèce d'aberration, celle qu'on a nommée *aberration de réfrangibilité,* & cette dernière est bien plus opposée à la perfection des lunettes que la première; car elles sont dans le rapport de 1 à 5449. Aussi Newton crut-il devoir abandonner le projet de perfectionner les télescopes à réfraction, & se tourner du côté de ceux qui étoient composés de miroirs. Mais à l'article *lunettes achromatiques*, nous montrerons les moyens de remédier à l'erreur qui naît de *l'aberration de réfrangibilité.*

Aberration de réfrangibilité; c'est celle qui vient de la différence de réfrangibilité des rayons de lumière. Je m'apperçus, dit Newton, que ce qui avoit empêché qu'on ne perfectionnât les télescopes, n'étoit pas, comme on l'avoit cru, le défaut de la figure des verres, mais plutôt le mélange hétérogène des rayons, différemment réfrangibles. Puisque ces rayons n'ont pas tous un égal degré de réfrangibilité; c'est-à-dire, qu'en passant d'un milieu dans un autre de densité différente, ils se plient les uns plus, les autres moins; il s'ensuit nécessairement que lorsqu'on les fait tomber sur un verre lenticulaire, ces rayons ne rencontrent pas tous l'axe à la même distance, mais les uns plus près, & les autres plus loin, & forment ainsi autant de foyers & de peintures de l'objet, qu'il y a de couleurs. L'œil n'apperçoit ordinairement que la plus vive; mais comme ces images ne sont pas égales, celles qui sont les plus grandes forment autour de celle-ci une couronne colorée qu'on nomme la *couronne d'aberration.* Cette aberration est donc produite uniquement par la différence de réfrangibilité des rayons de lumière, & très-distincte de celle qui est due au défaut de réunion des rayons, causée par la sphéricité du verre.

L'erreur qui vient de l'aberration de réfrangibilité est très-considérable; car Newton, dans son expérience d'un quarré de carton, peint par moitié en bleu & en rouge, avec un fil de soie noire entortillé, éclairé dans l'obscurité par la lumière d'une grosse bougie; Newton a observé, en employant une lentille de 4 pouces & demi de diamètre, & de 3 pieds de foyer, placée à 6 pieds de distance du carton, que de l'autre côté de la lentille, les images distinctes de la moitié rouge & de la moitié bleue du carton, différoient d'un pouce & demi. Cette différence a été trouvée bien plus grande dans une expérience analogue à celle-ci, & faite avec la loupe à esprit-de-vin de M. Trudaine. Les rayons rouges se réunissoient à 10 pieds 3 pouces 11 demi-lignes du centre de la loupe; & les bleus à 9 pieds 7 pouces 10 demi-lignes; les rayons violets coïncidoient à 9 pieds 6 pouces 4 $\frac{1}{2}$ lignes du centre de la lentille. *Mém. de l'acad.* 1774. *pag.* 67. *Voyez* l'article LUNETTES ACHROMATIQUES.

Pour rendre plus intelligible ce que nous avons dit de l'aberration de sphéricité & de celle de réfrangibilité, nous n'avons supposé, dans chacune de ces espèces, qu'une sorte d'aberration, tandis qu'on peut en distinguer deux sortes.

L'*aberration de sphéricité* produit nécessairement deux effets: premièrement, quelques-uns des rayons qui se rompent le moins, vont se réunir sur l'axe au-delà du point où se forme l'image la plus vive, & le foyer qui devoit n'être qu'un point, devient une ligne, & c'est ce qu'on appelle l'*aberration en longueur.* Secondement, les images d'un même point de l'objet, se réunissant à des points différents, les différentes images de l'objet qui seront plus grandes que la plus vive, formeront, autour d'elle, une espèce de bordure ou de couronne qui empêche qu'elle ne paroisse tranchée, & c'est ce qu'on appelle *aberration en largeur;* la première altère la longueur du foyer, & la seconde, le diamètre & la netteté de l'image.

Ce qu'on vient de dire de l'aberration de sphéricité doit s'étendre, à plus forte raison, de celle de *réfrangibilité;* les rayons les moins réfrangibles iront se réunir plus loin que les autres, & formeront aussi une *aberration en longueur* & *en largeur;* celle-ci est non-seulement plus grande que la première, mais elle produit encore un autre inconvénient plus fâcheux; toutes les images séparées que produit l'aberration de réfraction sont différemment colorées, & celles qui sont plus grandes que l'image la plus vive, l'entourent non-seulement d'une espèce de nuage, mais encore d'une couronne colorée: ce sont ces deux aberrations, & particulièrement la dernière, qu'il est question de détruire pour former des objectifs auxquels on puisse donner une très-grande ou-

verture, sans courir risque d'avoir à leur foyer des images colorées.

ABSCISSE. Ce mot qui vient d'*abscindere*, couper, signifie, en géométrie, une espèce de ligne coupée; c'est une partie quelconque de l'axe d'une courbe, comprise entre l'ordonnée & le sommet de la courbe. Les ordonnées à l'axe d'une courbe sont des lignes droites tirées sur l'axe de chaque point de la courbe perpendiculairement, ou même obliquement, mais avec la même obliquité. La portion de l'axe comprise de l'autre côté, entre la même ordonnée & le sommet opposé, se nomme *co-abscisse*. On appelle *co-ordonnées* l'abscisse & l'ordonnée considérées ensemble. Dans la *figure* 1, les lignes F G, H I, K L, sont des ordonnées de la courbe A, B, C; & les portions B D, B E, B M, sont les abscisses correspondantes.

C'est par le rapport constant qui se trouve entre une certaine fonction de chaque ordonnée & une certaine fonction de ses abscisses correspondantes, qu'on détermine la nature de la courbe, & qu'on en découvre les propriétés.

Dans le cercle, le quarré de la demi-ordonnée est égal au rectangle formé par l'abscisse & le reste du diamètre. Dans la parabole, les quarrés des ordonnées sont entr'eux comme les abscisses. Dans l'ellipse, les quarrés des ordonnées sont entr'eux comme les rectangles des abscisses correspondantes; dans l'hyperbole, les quarrés des ordonnées sont entr'eux comme les rectangles des abscisses correspondantes. De plus longs détails appartiennent au dictionnaire de mathématiques.

ABSIDES, ce mot qui est employé dans l'astronomie physique, est moins usité que le terme d'*apside*; c'est pourquoi nous renvoyons à ce dernier mot. Il suffira de dire ici que les absides sont les deux points qui, dans l'orbite d'une planète, déterminent l'aphélie & le perihélie, c'est-à-dire, sa plus grande & sa plus petite distance du soleil.

ABSOLU, *mouvement absolu*. Par le terme de mouvement, on entend le passage d'un lieu dans un autre. *Le mouvement absolu* ne peut être connu, si on ne considère le lieu en lui-même, & celui-ci est *absolu* ou *relatif* comme le mouvement. Le *lieu absolu* est le lieu premier des corps, lieu qu'on doit, quel qu'il soit, considérer comme immobile; car si ce lieu est conçu comme transporté avec le mobile, on ne pourra avoir aucune idée du mouvement. Ce lieu peut être, selon les uns, l'immensité de Dieu, selon d'autres, un vaste espace qui en diffère, & qui est propre à recevoir tous les corps, soit qu'il existe réellement comme tel, soit qu'il ne soit qu'un être abstrait. Ce lieu absolu ayant une sorte d'étendue, & comprenant plusieurs parties, on conçoit facilement qu'un mobile qui est successivement transporté d'une partie à l'autre de ce lieu absolu, est soumis à un mouvement absolu & indépendant de notre pensée. C'est là manière la plus simple & la plus facile de se former une idée du mouvement absolu.

Le *lieu relatif* n'est autre chose que la suite & l'arrangement des corps qui nous environnent; & le *mouvement relatif* doit être considéré par rapport à ces corps ambians; c'est le transport du mobile du voisinage de quelques corps environnans vers celui d'autres corps, dont il étoit d'abord plus éloigné. Ce mouvement relatif peut être *réel* ou *apparent*. Il est *réel*, lorsque le mobile, en changeant ainsi de lieu relatif, change encore de lieu absolu, & correspond successivement à différentes parties du lieu absolu. Le mouvement relatif n'est qu'*apparent*, lorsque le mobile constamment a la même partie d'un lieu absolu, quoiqu'il ne se trouve plus dans le voisinage des mêmes corps environnans où on l'avoit d'abord supposé. Afin d'éclaircir ces vérités par des exemples, nous dirons que le mouvement d'un homme assis dans un bateau, que le courant de l'eau entraîne, est premièrement absolu, puisqu'il correspond à différentes parties de l'espace ou lieu absolu; qu'il est encore relatif & réel, puisqu'il fait parcourir au mobile une suite de corps environnans, s'approchant successivement des uns, & s'éloignant, dans le même rapport, d'autres dont il étoit d'abord plus proche. Mais si on suppose que cet homme, au lieu d'être assis, se meuve de la proue à la poupe avec une vîtesse égale à celle du bateau qui est porté par le vent, ou par un courant en sens contraire, alors cet homme a un mouvement qui n'est point absolu ni réel, mais seulement apparent & relatif aux différentes parties du bateau; il a passé de la proue à la poupe; mais il n'a pas changé réellement de place dans le lieu absolu, puisqu'il se trouve en effet dans le même point du lieu absolu, & conséquemment dans le même point, respectivement aux autres corps environnans qui étoient en repos. On pourra donc regarder comme vrai ce paradoxe, qu'un corps peut se mouvoir très-vîte, parcourir un espace, & néanmoins être dans un repos absolu, ou n'avoir pas réellement changé de place. *Voyez* les articles MOUVEMENT & RELATIF.

ABSORBANT, ce mot est maintenant usité pour désigner certaines fonctions relatives à l'économie animale & à l'économie végétale. On ne doute plus à présent qu'il y ait dans le systême animal des vaisseaux absorbans, & d'autres qui soient exhalans. Sur toute la surface du corps d'un animal quelconque, on remarque une infinité de très-petits orifices qu'on nomme *pores*, *pores absorbans*, & qui répondent aux veines. L'existence de cette multitude de pores étant démontrée par l'observation directe du microscope, & par plusieurs effets, tels, par exemple, que la sueur & la transpiration insensible, il sera facile d'expliquer comment on peut introduire par ces pores, dans les routes de la circulation, plusieurs substances différentes, en employant la voie des fric-

tions, ou même celle des ſimples applications de remèdes extérieurs; comment la gale, la peſte, les différens virus varioliques, &c. peuvent ſe communiquer par le ſeul contact; comment l'action des bains peut être utile en faiſant paſſer dans le ſang un certain nombre, de particules d'eau, propres à le rendre plus fluide & à en tempérer l'ardeur, effet bien démontré par l'utilité conſtante des bains, & par l'augmentation de poids qui a lieu après un ſéjour notable dans l'eau. *Voyez* l'article BAIN.

Les végétaux, ainſi que les animaux, ayant des vaiſſeaux abſorbans & exhalans; la ſuperficie de ces êtres organiſés étant également couverte d'un nombre conſidérable de pores, on ne doit point être ſurpris que les plantes tranſpirent beaucoup, que les arroſemens ſur les feuilles ne leur rende de la vigueur après une ſéchereſſe, que les feuilles pompent habituellement l'humidité répandue dans l'air, &c.

Les plantes pompent & abſorbent encore l'air même, & les différentes eſpèces de gaz contenus dans la maſſe de l'athmoſphère; elles abſorbent le gaz fixe (*gaz acide & carbonique*); elles exhalent & verſent dans l'air, qui les environne, le *gaz vital*, (*gaz oxigène*) & purifient ainſi continuellement de cette double manière l'atmoſphère, que tant de cauſes contribuent à altérer journellement.

En médecine & en chymie, on ſe ſert encore du mot abſorbant; mais c'eſt dans les dictionnaires qui traitent de ces deux ſciences, qu'il faut chercher ces différentes acceptions. Les abſorbans ſont des remèdes propres à ſe charger des humeurs ſurabondantes de l'eſtomac ou des inteſtins: les coquillages pilés, les yeux d'écreviſſe, les os calcinés, la craie & les autres terres calcaires, ſont regardées comme des abſorbans. Ces matières abſorbantes & alkalines, en s'uniſſant avec les acides, font efferveſcence avec eux; alors le gaz fixe qu'elles contenoient, s'en dégagent.

Loſqu'il s'agit des couleurs, on dit que les corps noirs abſorbent tous les rayons de la lumière; *voyez* COULEURS.

ABSORPTION *de l'air par le charbon. Voyez* CHARBON.

ABSTRACTION, c'eſt une opération par laquelle on ſépare, par la penſée, une qualité ou propriété du ſujet auquel elle appartient néceſſairement, ou des autres qualités qui ſont également eſſentielles. Lorſque dans un corps, on conſidère, par exemple, ſon impénétrabilité ſeule, on fait alors une abſtraction, une décompoſition de ce corps, une ſéparation de ſes différentes qualités, pour n'en conſidérer qu'une, l'examiner en elle-même. On peut combiner les propriétés des corps deux à deux, par exemple; trois à trois, quatre à quatre, & ainſi de ſuite, en faiſant abſtraction des autres, & examiner les effets qui en peuvent réſulter. Cette méthode de conſidérer ainſi un ou pluſieurs objets, eſt très-utile, & peut beaucoup contribuer à la perfection des ſciences. Ce mot eſt très-uſité en métaphyſique; *voyez* le dictionnaire qui a rapport à cette ſcience.

ABYME; ce mot qui tire ſon origine du grec, ſignifie ſans fond; on le donne ordinairement en phyſique & en géographie à une vaſte cavité, dont on ne peut meſurer la profondeur, quoiqu'elle ait réellement un fond; ſoit qu'elle ſoit ou ne ſoit pas remplie d'eau. On confond aſſez ordinairement le goufre avec l'abyme; l'idée que préſente ce dernier terme, eſt cependant plus impoſante. L'écriture parle du grand abyme où toutes les eaux furent d'abord raſſemblées.

Les géographes parlent de pluſieurs goufres ſur mer, où les vaiſſeaux ſont entraînés par l'effet d'une eſpèce de mouvement circulaire, ou plûtôt en ſpirale, par lequel étant pouſſés au centre de la circulation, ils ſont engloutis. Il y a d'autres eſpèces de goufres ou abymes ſur terre, produits par des éboulemens conſidérables de terres. On en voit, en pluſieurs endroits, qui ſont plus ou moins conſidérables. Leur deſcription appartient à l'hydrographie & à la géographie; & leurs cauſes dépendent des affaiſſemens ſouterrains &, en quelqnes endroits, des courans & de la diſpoſition des rochers, &c.

ACADÉMIES. C'eſt aux académies des ſciences, établies dans l'Europe ſavante, qu'on doit les progrès ſûrs & rapides que les ſciences phyſiques & mathématiques ont faits; & il ne ſera pas hors de propos de conſacrer ici un article à cet objet.

Socrate, & Platon, ſon diſciple, ont été les premiers fondateurs de l'ancienne académie; mais leur doctrine étoit peu propre à reculer les bornes des ſciences, puiſqu'ils ſoutenoient, comme dogme principal, que nos connoiſſances étoient incertaines, & que la vérité étoit inacceſſible à notre intelligence. Les ſucceſſeurs de ces philoſophes ont été Arceſilas, Laeyde, Evandre, Hegeſine, Carneade, Clitomaque, Philon & Antiochus.

Platon tint d'abord ſes aſſemblées dans un jardin ſitué dans le Céramique, un des faubourgs d'Athènes. Ce jardin & la maiſon d'où il dépendoit, fut nommé académie, du nom du citoyen *Academus* qui en étoit poſſeſſeur; dans la ſuite, il fut embelli & décoré avec magnificence.

L'académie des ſciences de Paris fut établie en 1666, par les ſoins de Colbert: elle fut d'abord compoſée de Meſſieurs Carcavy, Huyghent, Roberval, Frenicle, Auzout, Picard, Buol, Lachambre, Perrault, Duclos, Bourdelin, Pecquet, Gayen, Marchand & Duhamel. Elle publia pluſieurs mémoires, dont la collection eſt connue ſous le nom d'*anciens mémoires* de l'académie. Ayant pris une nouvelle forme en 1699, elle a publié, chaque année, depuis cette époque, un volume de mémoires ſur diverſes parties des ſciences; il y en a quelques-uns ſur la phyſique. Les ſecrétaires perpétuels de l'académie ont été, après Duhamel, MM. de Fontenelle, de Mairan, Fouchi, & Condorcet.

Le nombre des académies nationales & étrangères, qui s'occupent de la physique & des autres sciences qui y ont rapport, est trop grand, pour en faire ici mention; nous nous contenterons de citer ici celles qui ont publié des collections de mémoires, lesquelles sont déjà assez nombreuses. On en compte déjà trente; telles sont celles de Paris, Londres, Berlin, Petersbourg, Stockholm, Upsal, Bologne, Sienne, Turin, Bruxelles, Montpellier, Brest, Toulouse, Dijon, Gottingue, Giessen, Dantzick; Manheim, Erford, Harlem, Flessingue, Rotterdam, Bavière, Bohême, Philadelphie, Lausane; les mémoires de la société italienne, sous le titre de *memorie di matematica e fisica della societa italiana*; les *essais scientifiques & littéraires de l'académie de Padoue*; les transactions philosophiques de l'académie de Dublin, & les transactions de l'académie d'Edimbourg. Tous ces ouvrages contiennent un grand nombre de mémoires sur divers objets de physique; on aura soin de faire mention, dans le cours de cet ouvrage, des articles de physique les plus intéressans qui y sont traités, aux mots auxquels ils sont relatifs.

ACAMPTES. Dénomination parriculière dont s'est servi Leibnitz, pour désigner une sorte de figure qui ne réfléchit point la lumière, quoiqu'elle soit opaque & polie. *Voyez* les *actes de Leipsick*.

ACCÉLÉRATION. Ce mot signifie l'augmentation successive du mouvement dans un corps, l'*accélération* est opposée à la diminution de vitesse (*Voyez* RETARDATION), & s'emploie en physique & en astronomie. La chûte des corps graves est accélérée, & personne ne peut douter de cette accélération démontrée par l'expérience; car plus un corps tombe de haut, plus il choque avec force les corps qu'il rencontre. Supposons qu'on laisse tomber successivement sur de la terre molle une boule de cuivre, par exemple, de différentes hauteurs qui soient entr'elles comme les nombres 1, 2, 3; on remarquera que les cavités ou enfoncemens faits par la boule seront, 1°. d'autant plus grands que la boule sera tombée de plus haut, & 2°. que ces enfoncemens seront proportionnels aux hauteurs d'où la boule sera tombée; ainsi, dans l'expérience indiquée, ils seront comme 1, 2 & 3; & on en sera convaincu, en mesurant ces enfoncemens, soit par leur profondeur, soit par leur diamètre, ou, plus simplement, en les remplissant de gouttes d'huile qu'on comptera, ainsi que le dit Hamberger, dans sa physique. La raison en est que ces effets sont comme le produit de la masse par la vitesse; mais la masse etant ici la même, ils seront comme la vitesse; les corps qui tombent de plus haut, ayant plus de force, comme on le voit par les enfoncemens, ont donc plus de vitesse. La vitesse d'un corps qui tombe de plus haut, reçoit donc de l'accroissement, c'est-à-dire, de l'accélération. Ce qui confirme cette vérité, c'est que si on laisse tomber sur l'argile molle trois boules de cuivre de même diamètre, & dont les masses ou poids soient comme 1, 2 & 3; mais de hauteur réciproque aux masses, les enfoncemens seront égaux; ainsi, par exemple, la masse 1 tombant d'une hauteur comme 3, produira un effet semblable à celui de la masse 3 qui parcourt un espace comme 1, ce qui prouve évidemment que la vitesse d'un corps qui tombe de plus haut, est accélérée, & que son accélération est proportionnelle à la hauteur.

Nous trouvons dans le principe qui vient d'être exposé la raison pour laquelle les anciens lançoient fort haut les traits, afin qu'en retombant, ils acquissent plus de force. La grêle qui tombe de fort haut, détruit par cette cause les moissons, tue les bestiaux, brise les toîts, les fleurs, les fruirs & même les branches de plusieurs arbres; & sans avoir recours à ces exemples, il suffit de dire que la chûte d'une pierre fait d'autant plus de mal, qu'elle tombe de plus haut.

[On a imaginé plusieurs systêmes pour expliquer cette *accélération*. Quelques-uns l'ont attribuée à la pression de l'air : plus, disent-ils, un corps descend, plus le poids de l'atmosphère qui pèse dessus est considérable, & la pression d'un fluide est en raison de la hauteur perpendiculaire de ses colonnes : ajoutez, disent-ils, que toute la masse du fluide pressant par une infinité de lignes droites qui se rencontrent toutes en un point, savoir au centre de la terre, ce point où aboutissent toutes ces lignes, soutient, pour ainsi dire, la pression de toute la masse; conséquemment plus un corps en approche de près, plus il doit sentir l'effet de la pression qui agit suivant des lignes prêtes à se réunir. *Voyez* AIR & ATMOSPHÈRE.

Mais ce qui renverse toute cette explication, c'est que plus la pression de l'air augmente, plus augmente aussi la résistance ou la force avec laquelle ce même fluide tend à repousser en en-haut le corps tombant. *Voyez* FLUIDE.

On essaye pourtant encore de répondre que l'air, à mesure qu'il est plus proche de la terre, est plus grossier & plus rempli de vapeurs & de particules hétérogènes qui ne sont point un véritable air élastique; & l'on ajoute que le corps, à mesure qu'il descend, trouvant toujours moins de résistance de la part de l'élasticité de l'air, & cependant étant toujours déprimé par la même force de gravité qui continue d'agir sur lui, il ne peut pas manquer d'être accéléré. Mais on sent assez tout le vague & le peu de précision de cette réponse : d'ailleurs, les corps tombent plus vîte dans le vide que dans l'air. *Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE; *voyez aussi* ELASTICITÉ.

Hobbes, *Philosop. Probl. c. j. p. 3.* attribue l'*accélération* à une nouvelle impression de la cause qui produit la chûte des corps, laquelle, selon son principe, est aussi l'air : en même temps, dit-il, qu'une partie de l'atmosphère monte, l'autre descend; car en conséquence du mouvement de la terre, lequel est composé de deux mouvemens,

l'un circulaire, l'autre progreſſif, il faut auſſi que l'air monte & circule tout à la fois. De-là il s'enſuit que le corps qui tombe dans ce milieu, recevant, à chaque inſtant de ſa chûte, une nouvelle preſſion, il faut bien que ſon mouvement ſoit accéléré.

Mais pour renverſer toutes les raiſons qu'on tire de l'air par rapport à l'*accélération*, il ſuffit de dire qu'elle ſe fait auſſi dans le vide, comme nous venons de l'obſerver.

Voici l'explication que les Péripatéticiens donnent du même phénomène. Le mouvement des corps peſans en en-bas, diſent-ils, vient d'un principe intrinſèque qui les fait tendre au centre, comme à leur place propre & à leur élément, où étant arrivés, ils ſeroient dans un repos parfait; c'eſt pourquoi, ajoutent-ils, plus les corps en approchent, plus leur mouvement s'accroît : ſentiment qui ne mérite pas de réfutation.

Les Gaſſendiſtes donnent une autre raiſon de l'*accélération* : ils prétendent qu'il ſort de la terre des eſpèces de corpuſcules attractifs, dirigés ſuivant une infinité de filets directs qui montent & deſcendent; que ces filets, partant comme des rayons d'un centre commun, deviennent de plus en plus divergens à meſure qu'ils s'en éloignent; enſorte que plus un corps eſt proche du centre, plus il ſupporte de ces filets attractifs, plus par conſéquent ſon mouvement eſt accéléré. *Voyez* CORPUSCULES & AIMANT.

Les Cartéſiens expliquent l'*accélération* par des impulſions réitérées de la matière ſubtile éthérée, qui agit continuellement ſur les corps tombans, & les pouſſe en en-bas. *V.* CARTÉSIANISME, ÉTHER, MATIÈRE SUBTILE, PESANTEUR, *&c.*

La cauſe de l'*accélération* ne paroîtra pas quelque choſe de ſi myſtérieux, ſi on veut faire abſtraction pour un moment de la cauſe qui produit la peſanteur, & ſuppoſer ſeulement avec Galilée que cette cauſe ou force agit continuellement ſur les corps peſans; on verra facilement que le principe de la gravitation qui détermine le corps à deſcendre, doit accélérer ces corps dans leur chûte par une conſéquence néceſſaire. *Voyez* GRAVITATION.

Car le corps étant une fois ſuppoſé déterminé à deſcendre, c'eſt ſans-doute ſa gravité qui eſt la première cauſe de ſon commencement de deſcente: or, quand une fois ſa deſcente eſt commencée, cet état eſt devenu en quelque ſorte naturel au corps, de ſorte que, laiſſé à lui-même, il continueroit toujours de deſcendre, quand même la première cauſe ceſſeroit; comme nous voyons dans une pierre jetée avec la main, qui ne laiſſe pas de continuer de ſe mouvoir après que la cauſe qui lui a imprimé le mouvement a ceſſé d'agir.

Mais outre cette détermination à deſcendre, imprimée par la première cauſe, laquelle ſuffiroit pour continuer à l'infini le même degré de mouvement une fois commencé, il s'y joint perpétuellement de nouveaux efforts de la même cauſe, ſavoir, de la gravité, qui continue d'agir ſur le corps déjà en mouvement, de même que s'il étoit en repos.

Ainſi, y ayant deux cauſes de mouvement qui agiſſent l'une & l'autre en même direction, c'eſt-à-dire, vers le centre de la terre, il faut néceſſairement que le mouvement qu'elles produiſent enſemble, ſoit plus conſidérable que celui que produiroit l'un des deux. Et tandis que la vîteſſe eſt ainſi augmentée, la même cauſe ſubſiſtant toujours pour l'augmenter encore davantage, il faut néceſſairement que la deſcente ſoit continuellement accélérée.

Suppoſons donc que la gravité, de quelque principe qu'elle procède, agiſſe uniformément ſur tous les corps à égale diſtance du centre de la terre; diviſant le temps que le corps peſant met à tomber ſur la terre, en parties égales infiniment petites, cette gravité pouſſera le corps vers le centre de la terre, dans le premier inſtant infiniment court de la deſcente: ſi après cela on ſuppoſe que l'action de la gravité ceſſe, le corps continueroit toujours de s'approcher uniformément du centre de la terre avec une vîteſſe infiniment petite, égale à celle qui réſulte de la première impreſſion.

Mais enſuite, ſi l'on ſuppoſe que l'action de la gravité continue, dans le ſecond inſtant, le corps recevra une nouvelle impulſion vers la terre, égale à celle qu'il a reçue dans le premier, par conſéquent ſa vîteſſe ſera double de ce qu'elle étoit dans le premier inſtant; dans le troiſième inſtant elle ſera triple; dans le quatrième, quadruple; & ainſi de ſuite : car l'impreſſion faite dans un inſtant précédent, n'eſt point du tout altérée par celle qui ſe fait dans l'inſtant ſuivant; mais elles ſont, pour ainſi dire, entaſſées & accumulées l'une ſur l'autre.

C'eſt pourquoi, comme les inſtans de temps ſont ſuppoſés infiniment petits, & tous égaux les uns aux autres, la vîteſſe acquiſe par le corps tombant ſera dans chaque inſtant comme les temps depuis le commencement de la deſcente, & par conſéquent la vîteſſe ſera proportionnelle au temps dans lequel elle eſt acquiſe.

De plus, l'eſpace parcouru par le corps en mouvement pendant un temps donné, & avec une vîteſſe donnée, peut être conſidéré comme un rectangle compoſé du temps & de la viteſſe. Je ſuppoſe donc A (*fig.* 87) le corps peſant qui deſcend, AB le temps de la deſcente; je partage cette ligne en un certain nombre de parties égales, qui marqueront les intervalles ou portions du temps donné, ſavoir, AC, CE, EG, &c. je ſuppoſe que le corps deſcend durant le temps exprimé par la première des diviſions AC, avec une certaine vîteſſe uniforme provenant du degré de gravité qu'on lui ſuppoſe; cette vîteſſe ſera repréſentée par AD, & l'eſpace parcouru, par le rectangle CAD.

Or, l'action de la gravité ayant produit, dans le premier moment, la vîteſſe AD, dans le corps précédemment en repos; dans le ſecond moment elle

elle produira la vîtesse CF, double de la précédente ; dans le troisième moment à la vîtesse CF, sera ajouté un degré de plus, au moyen duquel sera produite la vîtesse EH, triple de la première, & ainsi du reste ; de sorte que dans tous le temps AB, le corps aura acquis la vîtesse BK : après cela prenant les divisions de la ligne qu'on voudra, par exemple, les divisions AC, CE, &c. pour les temps, les espaces parcourus pendant ces temps, seront comme les aires ou rectangles CD, EF, &c. ensorte que l'espace décrit par le corps en mouvement, pendant tous le temps AB, sera égal à tous les rectangles, c'est-à-dire, à la figure dentelée ABK.

Voilà ce qui arriveroit si les accroissemens de vîtesse se faisoient, pour ainsi dire, tout-à-coup, au bout de certaines portions finies de temps ; par exemple, en C, en E, &c. en sorte que le degré de mouvement continuât d'être le même jusqu'au temps suivant où se feroit une nouvelle *accélération.*

Si l'on suppose les divisions ou intervalles de temps plus courts, par exemple, de moitié ; alors les dentelures de la figure seront à proportion plus serrées, & la figure approchera plus du triangle.

S'ils sont infiniment petits, c'est-à-dire, que les accroissemens de vîtesse soient supposés être faits continuellement & à chaque particule de temps indivisible, comme il arrive en effet ; les rectangles ainsi successivement produits, formeront un véritable triangle, par exemple, ABE, *fig.* 88, tout le temps AB consistant en petites portions de temps $A1$, $A2$, &c. & l'aire du triangle ABE en la somme de toutes les petites surfaces ou petits trapèzes qui répondent aux divisions du temps ; l'aire ou le triangle total exprime l'espace parcouru dans tout le temps AB.

Or, les triangles ABE, $A1f$, étant semblables, leurs aires sont l'une à l'autre comme les quarrés de leurs côtés homologues AB, $A1$, &c. & par conséquent les espaces parcourus sont l'un à l'autre, comme les quarrés des temps.

De-là nous pouvons aussi déduire cette grande loi de l'*accélération* : « qu'un corps descendant avec » un mouvement uniformément accéléré, décrit, » dans tous le temps de sa descente, un espace qui » est précisément la moitié de celui qu'il auroit » décrit uniformément dans le même temps avec la » vîtesse qu'il auroit acquise à la fin de sa chûte ». Car, comme nous l'avons déjà fait voir, tout l'espace que le corps tombant a parcouru dans le temps AB, sera représenté par le triangle ABE ; & l'espace que ce corps parcouroit uniformément en même temps avec la vîtesse BE, sera représenté par le rectangle $ABEF$: or, on sait que le triangle est égal précisément à la moitié du rectangle. Ainsi l'espace parcouru sera la moitié de celui que le corps auroit parcouru uniformément dans le même temps avec la vîtesse acquise à la fin de sa chûte.

Nous pouvons donc conclure, 1°. que l'espace qui seroit uniformément parcouru dans la moitié du temps AB, avec la dernière vîtesse acquise BE, est égal à celui qui a été réellement parcouru par le corps tombant pendant tout le temps AB.

2°. Si le corps tombant décrit quelqu'espace ou quelque longueur donnée dans un temps donné dans le double du temps, il la décrira quatre fois ; dans le triple, neuf fois, *&c.* En un mot, si les temps sont dans la proportion arithmétique 1, 2, 3, 4, *&c.* les espaces parcourus seront dans la proportion 1, 4, 9, 16, *&c.* c'est-à-dire, que si un corps décrit, par exemple, 15 pieds dans la première seconde de sa chûte, dans les deux premières secondes prises ensemble, il décrira quatre fois 15 pieds ; neuf fois 15 dans les trois premières secondes prises ensemble, & ainsi de suite.

3°. Les espaces décrits par le corps tombant dans une suite d'instans ou intervalles de temps égaux, seront comme les nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, *&c.* c'est-à-dire, que le corps qui a parcouru 15 pieds dans la première seconde, parcourra dans la seconde trois fois 15 pieds, dans la troisième cinq fois 15 pieds, *&c.* Et puisque les vîtesses acquises en tombant sont comme les temps, les espaces seront aussi comme les quarrés des vîtesses ; & les temps & les vîtesses en raison soûdoublée des espaces.

Le mouvement d'un corps montant ou poussé en en-haut, est diminué ou retardé par le même principe de gravité agissant en direction contraire, de la même manière qu'un corps tombant est accéléré. *Voyez* RETARDATION.

Un corps lancé en haut s'élève jusqu'à ce qu'il ait perdu tout son mouvement ; ce qui se fait dans le même espace de temps que le corps tombant auroit mis à acquérir une vîtesse égale à celle avec laquelle le corps lancé a été poussé en en-haut.

Et par conséquent les hauteurs auxquelles s'élèvent des corps lancés en en-haut avec différentes vîtesses, sont entr'elles comme les quarrés de ces vîtesses.

ACCÉLÉRATION *des corps sur des plans inclinés.* La même loi générale qui vient d'être établie pour la chûte des corps qui tombent perpendiculairement, a aussi lieu dans ce cas-ci. L'effet du plan est seulement de rendre le mouvement plus lent. L'inclinaison étant par-tout égale, l'*accélération*, quoiqu'à la vérité moindre que dans les chûtes verticales, sera égale aussi dans tous les instans depuis le commencement jusqu'à la fin de la chûte. Pour les lois particulières à ce cas, *voyez* l'article PLAN INCLINÉ.

Galilée découvrit le premier ces lois par des expériences, & imagina ensuite l'explication que nous venons de donner de l'*accélération.*

Sur l'*accélération* du mouvement des pendules ; *voyez* PENDULE.

Sur l'*accélération* du mouvement des projectiles ; *voyez* PROJECTILE.

Sur l'*accélération* du mouvement des corps comprimés, lorsqu'ils se rétablissent dans leur premier

état & reprennent leur volume ordinaire ; *voyez* COMPRESSION, DILATATION, CORDES, TENSION, *&c.*

Le mouvement de l'air comprimé est accéléré, lorsque par la force de son élasticité il reprend son volume & sa dimension naturelle : c'est une vérité qu'il est facile de démontrer de bien des manières. *Voyez* AIR, ÉLASTICITÉ.

On peut démontrer, aux yeux mêmes, l'accélération de la chûte des corps graves, & sur-tout les loix de cette accélération selon la progression des nombres impairs, en employant la *machine d'Atwood*. *Voyez* le mot MOUVEMENT ACCÉLÉRÉ, dans lequel on trouvera la description de cette machine, & la manière de faire un grand nombre d'expériences sur cet objet.

ACCÉLÉRATION, *des corps sur des plans inclinés*. Les corps qui tombent par des plans inclinés, suivent, dans leur chûte, la même loi qu'observent les corps qui tombent perpendiculairement; leur vîtesse est accélérée, & suit la même progression des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, 11, &c. parce que, la gravité est la cause de leur chûte, & que le plan incliné ne produit, dans les corps qui tombent sur lui, d'autre effet que de rendre le mouvement plus lent. L'inclinaison d'un plan étant la même dans toute sa longueur, l'accélération des graves ne pourra être aucunement altérée ; &, quoique plus petite que dans la chûte verticale, cette accélération suivra toujours la même proportion.

Presque tous les physiciens, avant Galilée, ont dit que la vîtesse des graves dans leur chûte, s'accéléroit selon la progression des nombres naturels 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, &c. & que si un corps tombant librement pendant plusieurs instans égaux, parcouroit un pied, par exemple, dans le premier instant, il en parcouroit deux dans le second, trois dans le troisième, &c.

Regis a pensé que l'accélération des graves, qui tomboit, se faisoit selon une proportion géométrique soûdouble ; mais l'expérience dément toutes ces assertions.

Galilée, après avoir fait beaucoup de recherches sur ce sujet, découvrit le premier, par voie d'expérience & de raisonnement, que la progression selon laquelle les graves accéléroient leur chûte, étoit celle des nombres impairs, ainsi qu'on vient de l'exposer & de le prouver. Cet illustre physicien imagina très-ingénieusement de faire tomber les graves sur des plans inclinés, dont l'effet étant de rendre le mouvemenr plus lent, il devoit être plus facile d'observer les rapports des espaces parcourus dans les différens instans; & le résultat de ses expériences fut tel que la théorie le lui donnoit.

En physique, on fait cette expérience d'une manière bien simple : après avoir tendu une corde d'une douzaine de pieds de longueur environ, de telle sorte qu'elle fasse avec l'horison un angle de 22 degrés & demi à peu près ; si on a tracé sur cette corde neuf divisions égales, & qu'on ait enfilé sur elle un curseur de cuivre, d'un poids suffisant pour vaincre le frottement & descendre, on observera que si le curseur parcourt une division dans un instant, il en parcourra trois dans le second instant égal au premier, & cinq divisions dans le troisième instant ; d'où il résultera encore que les espaces parcourus sont comme les carrés des temps. On s'assure de la justesse de ces résultats par le moyen d'une pendule qui sonne les secondes vraies ou arbitraires (on obtient celles-ci en élevant ou en abaissant un peu la lentille d'une pendule) & par celui d'une plaque de cuivre fixée d'abord à la fin de la première division, ensuite à la seconde, & après à la troisieme. On observera alors que les coups de la pendule, & ceux du curseur coïncideront ensemble.

Le père Sébastien Truchet avoit imaginé une machine pour démontrer la vérité de la loi de l'accélération des graves dans leur chûte. Cette machine étoit composée de deux ou de quatre paraboles égales, se coupant à leur sommet, en faisant des angles égaux, & qui avoient un axe commun perpendiculaire à l'horison. Cela formoit un paraboloïde, autour duquel tournoit une spirale, composée de deux fils de laiton parallèles, faisant un plan incliné fort étroit, & tellement disposé que le premier tour de la spirale ayant un pouce de diamètre, le second en a 3, le troisième 5, le quatrième 7, &c. Ces tours de spirale, qui sont entr'eux comme leurs diamètres, sont les espaces inégaux que les corps qui tombent, doivent parcourir en des temps égaux. En laissant tomber du sommet du paraboloïde une petite boule d'ivoire, on la voyoit parcourir tout le plan spiral incliné, & de plus en parcourir tous les tours dans le même temps. Ceci devient encore plus sensible, si deux boules tournent autour du paraboloïde en même-temps & à quelque distance l'une de l'autre ; car quand on les a vues passer dans le même instant sur le même arc d'une des paraboles, on les apperçoit continuer d'aller toujours ensemble, & se retrouver dans le même instant sur quelqu'autre arc que ce soit; quoiqu'étant à différentes hauteurs, elles parcourent des tours de spirale fort inégaux. On peut voir, à la fin des *mémoires de l'académie des sciences*, année 1699, une explication détaillée de cette machine. Le P. Sébastien avoit encore imaginé de mettre au bas de la rampe spirale inclinée, une pièce qui arrêtoit la boule ; le mouvement étoit détendu ; la boule entroit dans une cueiller à ressort qui la rejettoit aussitôt au haut de la machine dans la pièce qui couronnoit l'appareil. *Voyez* les articles PESANTEUR, MOUVEMENT, PENDULE, PLAN INCLINÉ.

ACCÉLÉRATION *diurne des étoiles*. C'est la quan-

tité dont le paſſage au méridien, & conſéquemment le lever & le coucher des étoiles, avance chaque jour; cette quantité eſt de trois minutes 56 ſecondes. Cette accélération provient du retardement effectif du ſoleil; car le mouvement propre de cet aſtre vers l'orient, qui eſt de 59 minutes 8 ſecondes de degrés tous les jours, fait que, une étoile qui paſſoit au méridien la veille en même-temps que le ſoleil, ſera, 24 heures après, plus occidentale de 59 minutes 8 ſecondes, ce qui exige trois minutes 56 ſecondes de temps. L'étoile paſſera donc plutôt de la même quantité.

Le vrai paſſage d'une étoile au méridien, dit M. Delalande, n'avance pas tous les jours de 3 minutes 56 ſecondes, ni tous les jours également, par rapport au ſoleil vrai qui règle nos cadrans, mais ſeulement relativement à un ſoleil moyen ſuppoſé uniforme, que les aſtronomes imaginent pour conſtruire leurs tables, & pour régler leurs horloges. Le temps moyen diffère d'un quart d'heure du temps vrai en certain temps de l'année; & il s'en faut de la même quantité, que les *accélérations* diurnes des étoiles ne faſſent des ſommes toujours égales.

Accélération *dans le moyen mouvement des planètes.* C'eſt la quantité dont une planète, au bout de quelques ſiècles, eſt plus ou moins avancée quelle ne le ſeroit, ſi ſes révolutions avoient été toujours de la même durée. On lui a donné le nom *d'équation ſéculaire.* L'équation ſéculaire de ſaturne a été déterminée de 47 ſecondes pour le premier ſiècle, & de 5 degrés 13 minutes 20 ſecondes pour 2000 ans; & l'équation ſéculaire de jupiter de 30 ſecondes pour le premier ſiècle, & de 3 degrés 23 minutes 20 ſecondes pour 2000 ans, mais en ſens contraire, parce que le mouvement de jupiter a paru avoir accéléré, tandis que celui de ſaturne paroiſſoit retarder. L'équation ſéculaire de la lune a été trouvée de 9 ſecondes, pour le premier ſiècle, & de 1 degré pour 200 ans. Mais, ſelon M. de la Place, la cauſe de l'accélération du mouvement de la lune, provient de la diminution qu'éprouve l'excentricité de l'orbite de la terre, diminution produite par l'action des planètes. On avoit encore cru juſqu'à lui qu'il y avoit une accélération dans le mouvement de jupiter, & un retardement dans celui de aturne, comme on vient de le dire, en parlant du ſentiment de ceux qui l'avoient précédé; mais cet académicien a reconnu que ces apparences provenoient d'une inégalité dont la période eſt d'environ 918 ans, & que par l'effet de cette inégalité, les mouvemens apparens des deux planètes ont le plus différé des véritables depuis environ 200 ans. Cette découverte importante, ſur les inégalités de jupiter & de ſaturne, fut annoncée à l'académie par M. de la Place, le 10 mai 1786. *Voyez* les mémoires de l'académie de cette année.

Il y en a qui par *accélération des planètes*, déſignent le mouvement apparent d'une planète qui eſt dans certaines circonſtances plus grand que ſon mouvement réel; cette apparence d'accélération dépend uniquement de la combinaiſon du mouvement de la terre, ſur laquelle eſt le ſpectateur avec celui de la planète; & elle a lieu pour les planètes inférieures, quelque temps après leur conjonction inférieure, & pour les planètes ſupérieures quelque temps après leur conjonction au ſoleil. Suppoſons que l'orbite de la terre, *fig. 89*, ſoit D E G T, & celle de mars A B M C, & que le ſoleil ſoit en S, la terre en T, & mars en A dans ſa conjonction au ſoleil; mars vu du ſoleil, ou de la terre, ſera alors rapporté au point N du ciel, qui eſt ſon vrai lieu, lequel, dans ce cas, ne diffère pas du lieu apparent. Mais la vîteſſe de la terre, dans ſon orbite, étant plus grande que celle de mars dans la ſienne, la terre arrivera en G, tandis que mars ne ſera qu'au point X; & le ſpectateur, qui eſt ſur la terre, rapportera mars au point I, dans le temps que cette planète, vue du ſoleil S, ne ſeroit rapportée qu'en K. Or, cette apparence, qui place le point I avant le point K, produit une accélération qui n'eſt pas réelle.

Accélératrice (*force*). *Voyez* Force accélératrice.

ACCÉLÉRÉ, adjectif qu'on donne à tout ce qui s'accroît par degrés. Ainſi, on dit *vîteſſe accélérée*, *chûte accélérée*, *mouvement des planètes accéléré*, &c. Le mouvement qui reçoit continuellement de nouveaux accroiſſemens de vîteſſe, eſt un mouvement accéléré; & ſi ces accroiſſemens de vîteſſe ſont égaux dans des temps égaux, on dit que ce mouvement eſt accéléré uniformément. Le mouvement des corps qui tombent, eſt un mouvement accéléré. Sans la réſiſtance de l'air, il ſeroit accéléré uniformément. *Voyez* Descente des corps. *Voyez* au mot Accélération les loix du mouvement accéléré

ACCIDENTEL, eſt une modification qui ſurvient à un ſujet, & ſans laquelle celui-ci pourroit exiſter; le mot *eſſentiel* eſt oppoſé à celui d'*accidentel.* Tout ce qui tient à la nature & aux propriétés des corps eſt eſſentiel, le reſte n'eſt qu'accidentel; par exemple, la figure, en général, eſt eſſentielle aux corps, & la figure, en particulier, telle ou telle, grande ou petite, ronde ou quarrée, &c. eſt accidentelle. La mobilité eſt eſſentielle à la matière; mais le mouvement lui eſt accidentel; car on peut concevoir la matière en repos; mais, dans ce dernier état, elle conſerve néceſſairement ſa mobilité.

L'expreſſion d'accidentel s'applique encore à des cauſes ou à des effets qui arrivent ſans être, ou du moins ſans paroître, ſujets à des loix, ni à

des retours réglés : ainsi la position du soleil, par rapport au globe de la terre, étant la cause de la chaleur de l'été & du froid en hiver, les vents, le pluies, &c. sont des causes accidentelles qui altèrent souvent l'effet immédiat de la première cause. Il y a un vent constant qui souffle de l'est à l'ouest, sur-tout entre les tropiques ; les vents particuliers sur mer & sur terre, ainsi que d'autres causes, le détournent quelquefois de sa direction principale & lui en donnent une qui est accidentelle.

ACCORD. Ce mot signifie en acoustique & en musique, la simultanéité de deux ou plusieurs sons qui forment ensemble une harmonie régulière. L'harmonie naturelle, produite par la résonnance d'un corps sonore, est composée de trois sons différens, sans compter leurs octaves, lesquels forment entr'eux l'accord le plus agréable & le plus parfait que l'on puisse entendre, d'où on l'appelle par excellence *accord parfait*. Les principaux accords sont l'*octave*, la *quinte*, la *quarte* & la *tierce*. On dit que deux corps sonores, deux cordes d'instrumens, par exemple, deux flûtes, deux cloches, &c. sont, 1°. à l'*octave* l'une de l'autre, lorsque l'un fait deux vibrations dans le temps que l'autre n'en fait qu'une ; 2°. à la *quinte*, quand l'un produit trois vibrations dans le même intervalle de temps que l'autre en fait deux ; 3°. ces instrumens sont à la *quarte* quand les vibrations de l'un sont à celles de l'autre comme quatre est à trois ; 4°. ils sont à la *tierce majeure*, lorsque les vibrations de ces deux corps sonores sont entr'elles dans le rapport de quatre à cinq ; & à la *tierce mineure*, si elles sont dans la raison de cinq à six.

On accorde les instrumens, lorsqu'on tend ou lâche les cordes, lorsqu'on alonge ou raccourcit les tuyaux, jusqu'à ce que toutes les parties de l'instrument soient au ton qu'elles doivent avoir. Pour cet effet, on détermine d'abord un ton de comparaison, c'est l'*ut* pour l'orgue & le clavecin, & le *la* pour le violon & la basse. Ce ton étant déterminé, on y rapporte tous les autres sons de l'instrument, qui doivent être fixés par l'accord, selon les intervalles qui leur sont assignés.

ACCOURCISSEMENT *du pendule*. La force de la pesanteur qui maîtrise tous les corps, n'est pas la même à différentes distances du centre de la terre, conséquemment le nombre & la durée des vibrations d'un pendule doivent être différentes en divers lieux de la terre. C'est à M. Richer, qu'on doit l'observation de cette vérité ; cet académicien ayant été envoyé en 1672 à l'île de Cayenne, éloignée de l'équateur d'environ cinq degrés, observa que de bonnes pendules à secondes, faites à Paris, mesuroient des temps plus longs à la Cayenne ; & il fut obligé de les accourcir d'une ligne & quart pour leur faire battre des secondes. C'est de cette expérience, confirmée ensuite par tous les astronomes qui ont été soit au cercle polaire, soit à l'équateur, &c. qu'on a conclu que la terre étoit applatie par ses pôles, & c'est, comme l'a dit un homme célèbre, une ligne & quart qui a fait changer la figure de la terre. *voyez* l'article PESANTEUR, PENDULE.

ACCROISSEMENT ; par ce terme on entend l'augmentation naturelle qu'acquièrent successivement les substances des trois règnes de la nature, des règnes minéral, végétal & animal. Les corps non organiques, tels que les minéraux, prennent leur accroissement, seulement par *juxta-position*, c'est-à-dire, par l'effet d'une cause qui leur applique, par succession de temps, de nouvelles portions de matière, semblables à celles dont ils étoient d'abord composés. Supposons un morceau de pierre déjà formé, & concevons-le comme un noyau placé au milieu d'une eau chargée d'une matière terreuse de la même nature que la pierre dont nous venons de parler. Au bout de quelque tems, on verra que l'évaporation, par exemple, ayant diminué le volume de l'eau, la matière terreuse, ayant augmenté de densité, par le rapprochement des parties, s'est précipitée, ou est tombée sur le noyau pierreux, a formé une couche additionnelle ; une seconde couche, survenue après ; une troisième de même, & ainsi de suite, augmenteront successivement la première masse par de nouvelles masses placées près & autour des anciennes, c'est-à-dire, par une juxta-position de parties. L'inspection seule des couches de minéraux de différentes classes, considérées en grand ou en petit, est suffisante pour convaincre de cette vérité. Si nous jetons un coup-d'œil général sur le globe de la terre, nous verrons par-tout (à moins que des causes particulières n'aient altéré & modifié les effets) des couches de terres semblables ou de différentes terres placées les unes au-dessus des autres, les pierres en grand formées par des lits superposés les uns sur les autres ; let filons de minéraux qui sont formés par des couches de diverses densités & de différente composition. Si nous examinons des objets particuliers, nous observerons que les stalachtes & les stalagmites, si communes dans les grottes & les cavités de la terre, sont formées par une série de couches additionnelles, de spath calcaire ou d'albâtre gypseux, &c. ; nous verrons des géodes ferrugineuses ou de différentes sortes, être composées de couches concentriques de nature semblable ; divers corps feuilletés de différentes manières, &c. ; par-tout nous retrouverons des preuves de l'accroissement des minéraux par juxta-position.

C'est en vain qu'un savant (Tournefort) a prétendu que les minéraux, & sur-tout les pierres, croissoient par *intus-susception*, cette idée à laquelle l'imagination a pu d'abord sourire, n'a aucun fondement ; elle est victorieusement réfutée par la simple inspection des minéraux ; jamais on n'a aperçu dans

eux aucune marque de vaisseau & d'une organisation quelconque. Leur accroissement n'est pas borné jusqu'à un *maximum* de perfection ; après lequel ils décroissent ; leur augmentation est sans bornes, comme la cause qui le produit.

Les corps organisés, soit végétaux, soit animaux, ont chacun des sistêmes d'organes & de vaisseaux pleins de divers fluides, par l'action desquels leur développement naturel se fait successivement, jusqu'à ce qu'il atteigne un point de perfection où ils restent pendant quelque temps stationnaires, & après lequel ils rétrogradent & décroissent par succession de temps, jusqu'à leur entière destruction : l'*accroissement* qui se fait de cette manière, est appelé *accroissement par intus-susception.*

Le premier & le plus bel exemple qu'on puisse apporter, est le tableau de l'accroissement du corps de l'homme : on peut le considérer d'un coup-d'œil rapide, depuis le premier instant de la conception jusqu'à l'âge viril, en observant le développement graduel des organes ; & depuis cette époque jusqu'à celle de son entière destruction, parcourir ainsi successivement les divers anneaux de cette chaîne ascendante & de cette chaîne descendante, que nous avons chaque jour sous les yeux, sans y faire une attention suffisante, On sent bien que cet objet appartient plûtôt à l'anatomie, à la physiologie & à l'économie animale qu'à la physique ; aussi, renverrons-nous au dictionnaire particulier de l'encyclopédie qui traite *ex professo* de cet objet, parce qu'un extrait seroit insuffisant pour ceux qui voudroient connoître cette matière, & un long article ne seroit ici qu'une répétition inutile d'un objet qui est étranger à la physique proprement dite. On peut encore consulter sur ce sujet, dans l'ouvrage de M. de Buffon, l'article de l'homme.

Tout ce qu'on établit sur le corps animal doit être dit des végétaux ; ils sont organisés comme les animaux, ils ont des solides, des fluides ; ceux-ci circulent ou oscillent dans les premiers ; ils se distribuent dans tout le sistême vasculaire ; ceux-là augmentent progressivement de volume par un développement graduel, & leur accroissement se fait également par *intus-susception.* Les végétaux, depuis qu'ils sortent de leur graine, ou de l'œuf végétal dans lequel ils ont été primordialement renfermés, éprouvent un accroissement successif jusqu'au *maximum* de leur perfection, après lequel ils décroissent proportionnellement. Ils ont besoin, comme les animaux, de réparer continuellement, par le secours de fluides nourriciers, les déperditions journalières que la transpiration leur occasionne, & cette nourriture ou quantité additionnelle est prise intérieurement, & leur est assimilée par une force active & vitale qui la transforme en leur substance. Ainsi, l'accroissement des animaux & des végétaux se fait de la même manière. *Voyez l'article* Analogie *des végétaux avec les animaux.*

ACERBE. Il en est des corps sapides, objets du goût, comme des corps colorés ; ils sont de différentes espèces, & font diverses impressions sur l'organe du goût, de même que les couleurs en font de dissemblables sur l'organe de la vue. Une substance acerbe diffère autant d'une autre qui est sucrée, par exemple, qu'un corps rouge d'un corps vert ou bleu. Cette qualité d'acerbe, propre à plusieurs fruits qui ne sont pas dans l'état de maturité, par exemple, au vin fait avec des raisins non mûrs, &c. dépend d'une certaine disposition des parties intégrantes des fruits & des liqueurs qui produisent une sorte d'impression particulière & désagréable sur les papilles nerveuses qui tapissent l'organe du goût. Il seroit à souhaiter qu'on pût assigner la cause spéciale qui cause l'acerbe dans les fruits, afin de pouvoir y remédier ; mais on ne connoît le principe de cet effet, que d'une manière bien générale. Aux articles Gout, Saveur, on traitera avec plus de détail ce qui a rapport à ce sujet

ACÉRER, c'est souder un morceau d'acier à l'extrémité d'un morceau de fer ; on pratique cette opération, lorsqu'on fabrique la plupart des outils tranchans, destinés à couper des matières dures, ou à les frapper.

ACESCENCE, par ce mot on désigne la disposition à l'acidité qu'éprouvent certaines substances.

Acéteux, qualité de plusieurs substances qui tiennent du goût du vinaigre : ce mot tire son origine de *acetum* vinaigre.

Acéteux, *gaz acide acéteux* ; c'est la dénomination par laquelle on exprime l'acide du vinaigre réduit à la forme gaseuse & à la nature de vapeur élastique aériforme. *Voyez l'article des* Gaz.

ACÉTATES. Dans la nouvelle nomenclature, on donne le nom d'*acétates* à des sels formés par l'union de l'acide acétique (ou vinaigre radical) avec différentes bases : ainsi on dit ; *acétate alumineux*, *acétate ammoniacal*, &c., *acétate d'argent*, *acétate de Cobalt*, &c.

ACÉTITES ; sels formés par l'union de l'acide acéteux ou vinaigre distillé avec différentes bases : on dit donc aussi ; *acétite alumineux*, *acétite ammoniacal*, *acétite d'argent*, &c.

ACHROMATIQUE. Ce mot qui vient du grec, signifie sans couleur. On a vu à l'article Aberration *de réfrangibilité* que la différente réfrangibilité des rayons dont la lumière est composée, est cause d'un défaut de réunion & de coïncidence des rayons en un point, lorsqu'ils ont traversé un verre lenticulaire comme ceux des lunettes, par exemple, d'où résulte une couronne colorée autour de l'image représentée dans la lunette. Pour remédier à cette dispersion des rayons de la lumière, éviter la confusion qui en résulte, on s'est occu-

pé, dans ces derniers temps, de faire des lunettes dans lesquelles on n'aperçût point de couleurs de cette espèce; & on leur a donné le nom de *lunettes achromatiques*.

Dans les lunettes achromatiques, il y a différentes dispositions dans les objectifs achromatiques; ils sont composés de matières différemment réfringentes, & de plus, ils sont formés de deux ou de plusieurs lentilles, & ces lentilles peuvent être jointes, c'est-à-dire, leurs surfaces convexes & concaves, appliquées exactement les unes sur les autres, ou bien ces surfaces peuvent être séparées, & laisser entr'elles un intervalle plus ou moins grand. Ces différentes combinaisons ont été l'objet des recherches des plus grands géomètres, entr'autres, de Clairaut, d'Euler, de d'Alembert, &c. *Voyez* LUNETTES ACHROMATIQUES.

ACHRONIQUE. *Voyez* ACRONIQUE.

ACHRONYCHES. [On exprime ainsi en astronomie, les temps où les trois planètes supérieures, mars, jupiter & saturne, se trouvent dans le méridien à minuit. Elles paroissent alors beaucoup plus grandes qu'à l'ordinaire. Mars, par exemple, paroît plus de sept fois plus grand, quand il se lève d'abord, avant ou après le soleil couché, ou qu'il se couche d'abord, avant ou après le soleil levé. On comprend aisément la raison de cette apparence, en admettant le systême de Copernic, puisqu'alors la terre se trouve entre le soleil & mars, & que, par conséquent, elle est plus près de celui-ci de deux fois la distance qui est entre le soleil & la terre.]

ACIDE. Les acides sont des substances dans lesquelles on remarque une saveur aigre, la propriété de changer en rouge les couleurs bleues & violettes des végétaux, & celle de faire effervescence avec les alkalis, *voyez* ALKALI. Les *acides* font sur la langue une impression particulière qui excite une sensation, désignée par le mot *aigre*, ou par celui d'*acidité*; & cette acidité est susceptible d'une intensité plus ou moins grande, d'une intensité qui puisse croître depuis le plus petit degré jusqu'à la causticité la plus forte, qui est son *maximum*. Les sucs d'oseille, d'orange, de citron, de verjus, de vinaigre, &c. sont plus ou moins *aigres*, plus ou moins *acides*; si on les étend dans de l'eau, on affoiblira d'autant plus leur acidité qu'on les mêlera avec une plus grande quantité de ce liquide: on augmentera, au contraire, cette *aigreur* ou *acidité*, si on les concentre plus ou moins. Il en sera de même des acides minéraux qu'on peut ou affoiblir successivement par l'eau, ou concentrer de plus en plus jusqu'au *maximum*. Dans ce dernier cas, on remarque la plus grande acidité, qu'on peut alors confondre avec la causticité qui, pour en donner une idée claire, est alors l'effet d'une puissante affinité, d'une forte tendance à la combinaison, effet de l'attraction, cette force qui, dans l'univers, est le principe de toute activité. *Voyez* ATTRACTION, ADHÉRENCE, COHÉRENCE, &c.

L'effervescence que font les acides avec les alkalis, qui est un caractère de l'acide, est encore un effet de l'attraction dont nous venons de parler; car celle-ci est toujours le principe de l'union & de la combinaison. Lorsque les acides sont foibles & que les alkalis sont purs, l'effervescence est moins sensible, parce que la combinaison se fait paisiblement, s'il est permis de s'exprimer ainsi; le mouvement, la chaleur, le dégagement des fluides élastiques, sont alors moins discernables, mais ils existent toujours, comme je m'en suis convaincu par des expériences délicates, en plaçant des corps bien légers sur la surface des liqueurs, en se servant de thermomètres extrêmement sensibles, & en recevant, dans des appareils particuliers, le produit des fluides élastiques. C'est, sans doute, ce qui a fait diviser par quelques-uns les acides en *manifestes* & en *cachés*.

Les acides peuvent exister sous une forme *concrète* ou *fluide*: dans le premier cas, on les nomme *concrets*, & dans le second *fluors*. Dans ces deux états les acides sont essentiellement les mêmes, car cette diversité n'est qu'accidentelle. L'état naturel d'un sel acide est, sans doute, d'être sous forme concrète, c'est-à-dire, solide, comme l'eau est naturellement dans l'état de glace; mais la grande affinité que les acides concrets ont avec l'eau, est cause qu'ils attirent, avec une grande énergie l'eau, qui est constamment répandue dans l'atmosphère, & qu'ils deviennent alors fluides ou *fluors*. Ces effets dépendent, ainsi que nous l'avons établi dans les articles *attraction* & *cohérence*, de la figure qui entre comme élément dans la distance.

Plusieurs savans ont pensé qu'il n'y avoit qu'un acide dans la nature. Stahl, si long-temps suivi par le grand nombre des Chimistes, a prétendu que l'acide universellement répandu dans la nature, étoit l'acide vitriolique, & que les autres en tiroient leur origine. Mais les Pneumatistes ont tâché de prouver par plusieurs expériences analytiques & synthétiques, que l'oxigène étoit la base de tous les acides, & que leurs différences ne résultoient que de la nature des diverses substances combinées avec cette base commune.

Les acides se divisent en *acides minéraux*, *végétaux* & *animaux*, selon qu'ils sont tirés des substances cryctologiques, ou de la terre, des plantes & des animaux.

Le règne minéral comprend dix sortes d'acides bien distincts: l'acide carbonique, l'acide muriatique, l'acide fluorique, l'acide nitrique, l'acide sulfurique, l'acide boracique, l'acide molybdique, l'acide tunstique, l'acide arsénique, l'acide succinique.

L'ACIDE CARBONIQUE est le même que celui qui avoit été autrefois désigné par les dénominations

suivantes, *air fixé* ou *fixe*, d'*acide aérien* ou *crayeux*; d'*acide* ou *gaz méphitique*. Cet acide très-abondant est souvent dans l'état d'un fluide aériforme. L'acide carbonique à l'état de gaz a les caractères apparens de l'air, savoir, l'invisibilité par lui-même, l'élasticité, conséquemment la compressibilité, la dilatabilité, &c. mais il a des caractères particuliers qui le distinguent de l'air ordinaire, & dont nous parlerons au mot GAZ FIXE. Il ne forme qu'un centième de l'air atmosphérique; mais il existe en grande masse dans plusieurs cavités, comme la grotte du chien dans plusieurs eaux minérales. Il se dégage en grande abondance des substances soumises à la fermentation spiritueuse. La respiration, & la combustion des charbons en produisent; les végétaux à l'ombre l'exhalent, &c. Ainsi on ne sauroit douter de son existence; car l'expérience montre que, dans tous les cas dont on vient de faire l'énumération, il ne jouisse de ses propriétés caractéristiques.

L'*acide carbonique* contracte une union avec l'alumine, la baryte & la magnésie: il forme avec ces substances différens sels neutres. Cet acide se combine rapidement avec les trois alkalis. *Voyez* ALKALI.

Plusieurs chymistes, tels que Priestley, Cavendish, Bergman, Schéele ont pensé que l'acide carbonique étoit formé par la combinaison de l'air vital avec le phlogistique: d'autres ont cru qu'il étoit composé de gaz inflammable & d'air pur; quelques-uns, &c. Enfin M. Lavoisier & un grand nombre de savans regardent l'acide carbonique comme un composé de carbone & d'oxigène: savoir, de vingt-huit parties de carbone pur, & de soixante-douze parties d'oxigène pour cent d'acide carbonique. « Il pense que dans la respiration des animaux, il se dégage du sang une véritable matière charbonneuse, qui, se combinant avec l'oxigène de l'atmosphère, forme l'acide carbonique, toujours produit dans cette fonction; & que c'est également à la combinaison du carbone du sucre, avec l'oxigène de l'eau, qu'est due la formation de l'acide carbonique qui se dégage dans la fermentation spiritueuse. »

L'ACIDE MURIATIQUE, ou *acide marin*, se retire du sel marin. Il a une odeur vive & pénétrante qui approche de celle du citron; sa saveur, lorsqu'il est concentré, est capable de corroder nos organes. Dans son état de concentration il exhale des vapeurs blanches qui sont d'autant plus abondantes, qu'il y a plus d'humidité dans l'air. Un thermomètre, mis dans cette fumée blanche, monte; & la main placée près du goulot du flacon, qui contient cet acide, éprouve une sensation de chaleur.

La liqueur qu'on nomme *acide muriatique*, n'est pas l'acide muriatique pur, mais elle est cet acide uni avec une grande quantité d'eau. Cet acide peut être réduit en gaz permanent, au-dessus du mercure, à la pression & à la température de l'atmosphère, & alors l'acide muriatique est dans toute sa pureté; il porte alors le nom de *gaz acide muriatique*. On l'obtient en chauffant l'acide muriatique liquide & fumant, dans une cornue dont le bec est adapté à une cloche pleine de mercure & placée sur un appareil au mercure, *voyez* APPAREIL AU MERCURE. Ce gaz acide muriatique, dont la cloche s'est remplie à mesure que le mercure est descendu dans l'appareil, a une odeur pénétrante; il est si caustique, qu'il enflamme la peau & y excite de très-vives démangeaisons: il éteint la flamme des bougies, mais il l'agrandit d'abord en lui donnant une couleur verdâtre. Les corps spongieux l'absorbent; l'eau se combine rapidement avec lui, ainsi que la glace qui s'y fond promptement.

Le gaz acide muriatique se comporte dans l'air comme l'acide muriatique, c'est-à-dire, que l'humidité de l'air se combine avec lui, ce qui est indiqué par des vapeurs blanches; mais sur les hautes montagnes, ainsi que l'a éprouvé M. d'Arcet dans les Pyrénées, elles ne sont pas sensibles. Si on reçoit dans l'eau le gaz acide muriatique; à mesure qu'on l'obtient, & qu'on en sature cette eau, on aura de l'acide muriatique très-concentré & très-pur.

Il n'est pas de notre ressort d'examiner les combinaisons de l'acide muriatique, ni du gaz de ce nom, avec différentes substances; c'est l'objet de la chimie. *Voyez* le Dictionnaire de Chimie de l'Encyclopédie, & les Elémens de Chimie des Modernes. Nous ne répéterons plus cet avis dans l'énoncé des autres acides.

L'*acide muriatique oxigéné* a été découvert en 1774 par Schéele, qui distilla alors de l'acide muriatique sur de l'oxide de Manganèse. Il obtint cet acide sous la forme d'un gaz jaunâtre, d'une odeur très-piquante, d'une grande expansibilité, & dissolvant tous les métaux, le mercure même & l'or. Il lui donna le nom d'*acide marin déphlogistiqué*. MM. Fourcroy & Berthollet ont prouvé que dans cette distillation, la base de l'air vital contenue dans la chaux de Manganèse, s'unissoit à l'acide muriatique.

L'acide muriatique oxigéné exerce sur les parties colorantes une action si marquée qu'on ne sauroit la révoquer en doute. M. Berthollet a donné plusieurs mémoires qui ont rapport à ce sujet: il a traité des changemens de couleurs qui sont produits dans les oxides métalliques par l'oxigène, de ceux qui ont lieu dans plusieurs substances animales & végétales. On sait que l'acide muriatique oxigéné a la propriété de blanchir le lin. Voici comment M. Berthollet explique cet effet. « Lorsqu'on blanchit, dit-il, du lin sous la forme de fil ou de toile, par le moyen de l'acide marin oxigéné, cet acide perd l'oxigène, & les parties qui lui ont enlevé ce principe, deviennent propres à se combiner avec les alkalis. En répétant l'action de l'acide muriatique oxigéné & celle des alkalis, toutes les parties colorantes sont enlevées successivement, & le lin devient blanc. Le blanchiment consiste donc à rendre, par le moyen de l'oxigène, les parties colorantes qui sont fixées dans les filamens du lin, solubles par les alkalis de lessives, & l'acide muriatique oxi-

géné fait avec promptitude ce qu'opère à la longue l'exposition sur les prés dans le blanchiment ordinaire.

M. Berthollet a formé de la poudre avec du muriate oxigéné, au lieu de salpêtre. Ce sel muriatique oxigéné, ou sel marin de potasse, avec excès d'air pur, jeté sur les charbons ardens, détonne avec beaucoup de force. Il n'est donc pas étonnant que substitué au nitre pour fabriquer de la poudre à canon, il donne à celle-ci une force considérable. Le procédé pour la faire est, à ce nouveau sel même près, le même que celui qui est généralement usité. Mais cette nouvelle poudre est très-dangereuse, ainsi que le prouve le terrible accident arrivé, le 28 octobre 1788, à la fabrique des poudres royales, près d'Essonne. M. Berthollet ayant voulu en faire l'épreuve devant les régisseurs des poudres, Mrs. Lavoisier & Letors, on prépara en plein air un moulin à bras à un seul piston, avec une levée qui traversoit une estacade solide, derrière laquelle les ouvriers & les régisseurs devoient être en sûreté. L'épreuve commença à 6 heures du matin. Seize livres de matière, ensuite vingt, furent employées, & le charbon mouillé par précaution. A huit heures & demie la poudre se trouva assez avancée pour qu'on pût suspendre le battage. Un quart d'heure après, l'explosion eut lieu: la machine fut mise en pièces, & M. Letors & une autre personne, fracassés, furent jetés à trente pieds de distance, & expirèrent bientôt. Les travailleurs ordinaires étoient alors éloignés.

Acide fluorique. On retire l'acide fluorique du spath fluor : c'est Schéele qui l'a découvert dans son état de pureté, il est sous forme de gaz. Ce *gaz acide fluorique* uni avec l'eau, forme l'*acide fluorique liquide*, qui a une odeur très-pénétrante & une forte causticité. Il est inutile de dire que cet acide rougit le syrop de violettes & qu'il dissout la terre siliceuse qui constitue le verre. Le gaz acide fluorique, à force de corroder le verre, le perce même ; il ronge aussi la peau qui est soumise pendant quelque temps à son action. Voyez le mot GAZ ; *Gaz acide spathique* ou *fluorique*.

Lorsque le gaz acide fluorique est produit, en distillant parties égales d'acide sulfurique (*vitriolique*) & de spath fluor pur, sans silice, dans une cornue de plomb, il est alors dans la plus grande pureté. Mais si on l'a obtenu par la distillation dans une cornue de verre, & qu'on le reçoive dans un vase où il y a de l'eau, on observe une précipitation singulière d'une terre blanche très-fine & qui est de la terre silicée du verre des vaisseaux, dissoute par l'acide, ainsi que Meyer l'a prouvé.

Tout cela supposé, on ne sera pas surpris que, en chauffant une cornue qui contient de l'*acide fluorique liquide*, & dont le bec est adapté à l'appareil au mercure, cet acide soit décomposé, & qu'on obtienne du *gaz acide fluorique* dans le flacon renversé & plein de mercure sur la tablette de la cuve hydrargiro-pneumatique, & que l'eau reste pure dans la cornue.

La propriété qu'a l'Acide spathique (*Acide fluorique*) de corroder le verre, fit imaginer à M. le comte de G... de graver sur le verre, avec cet acide, de la même manière que l'on grave sur le cuivre avec l'acide nitreux (*acide nitrique*). Le moyen qu'il employe (ainsi qu'on le voit dans les annales de chimie de M. Crell, année 1786, page 294, selon le rapport de M. Klaproth) se réduit à enduire des lames de verre d'une couche de vernis des graveurs : de découvrir avec une pointe les endroits de la lame qu'on veut graver ; de les border avec de la cire ; de verser dans cette espèce de cadre de l'acide sulfurique & du fluate calcaire en poudre : le fluate se décompose, l'acide sulfurique forme du sulfate calcaire avec la base, & l'acide fluorique dégagé se porte sur les parties découvertes du verre, & les corrode.

On a objecté que dans ce procédé il étoit difficile de pouvoir graver, parce qu'alors on ne se servoit que d'un acide fluorique, altéré par le sulfurique employé, & que la sélénite formée, pendant l'opération, doit nécessairement boucher les traits tracés par l'échoppe, & les rendre baveux & d'une profondeur inégale. Mais on a répondu que dans ce procédé on avoit soin d'empêcher l'évaporation en couvrant le plateau d'une assiette de porcelaine, ou de quelque chose de semblable, après avoir auparavant versé le mélange préparé à l'instant & très-promptement, & qu'on ne lève l'appareil qu'au bout d'un ou deux jours, temps suffisant, après lequel on trouve le trait bien gravé.

M. le professeur Klaproth publia ensuite un second procédé de cette méthode, qui consistoit à exposer une pièce de verre ou de porcelaine (sur laquelle on a tracé préalablement un vernis & un dessin, de manière qu'elle puisse recevoir la vapeur ou gaz spathique : alors les traits du dessin deviennent plus fins & plus réguliers. Voici comment il faut opérer. On dresse debout trois ou quatre petits bâtons de bois, de manière qu'une soucoupe ou une assiette puisse y entrer ; au-dessus de ces bâtons est placée horisontalement, & à la distance d'un pouce de la soucoupe ou de l'assiette, la pièce de verre ou de porcelaine dessinée comme il a été dit. Il faut verser dans la soucoupe, ou assiette, le mélange composé de spath fusible & d'huile de vitriol, & achever de bien mêler ces deux substances. Le côté dessiné de la pièce peut être mis au-dessous ou au-dessus ; dans le dernier cas, les traits s'impriment moins fortement & deviennent plus fins. Lorsque cet appareil est fini, on a soin de le couvrir avec une écuelle ou un vase de terre creux, enduit de cire.

On peut employer ce procédé de graver sur verre pour la confection des micromètres si utiles aux astronomes : on sait que ces instrumens sont très-difficiles à faire, car il arrive souvent que le diamant fait sauter de petits éclats, & que le micromètre est manqué. Cet inconvénient ne peut jamais se rencontrer avec le procédé de graver au spath fusible mêlé à l'huile de vitriol.

Cette

On pourroit encore employer ce mélange pour combiner ensemble & faire contraster, dans une figure de porcelaine, l'éclat du vernis de la porcelaine, & le mât agréable du biscuit.

Cette matière étant intéressante, nous croyons à propos d'ajouter ici quelques détails tirés d'un mémoire de M. de Puymaurin, contenu dans le troisième volume des *Mémoires de l'Académie de Toulouse.* On y trouve un précis des expériences des divers savans qui ont pu mettre sur la voie de cette découverte à laquelle M. de Puymaurin paroît être parvenu de son côté, sans avoir eu connoissance de ce qui avoit été découvert en Allemagne. J'ai placé dans le cabinet de physique des états généraux de la province de Languedoc, dont la direction m'a été confiée, plusieurs morceaux de verre & de glace, sur lesquels diverses gravures sont parfaitement bien représentées d'après cette méthode.

L'acide spathique est celui qu'on retire d'un sel pierre, connu sous le nom de spath fusible, fluor, fausse ametyste. Les chimistes ignoroient la nature de ce minéral & le confondoient avec le spath séléniteux, tandis que les mineurs, d'après une pratique constante, l'en distinguoient par sa précieuse qualité de servir de flux aux mines les plus réfractaires.

Margraaf examina le premier, le spath fusible & le spath séléniteux; il détermina bientôt leurs différens caractères. Il remarqua aussi que le mélange de ce spath avec l'acide sulfurique, corrodoit le verre des cornues, & qu'une terre particulière se volatilisoit avec l'acide employé. Il donna alors au spath fluor, pour caractère essentiel, la volatilisation par les acides.

Priestley observa, le premier, dans la distillation du spath par l'acide vitriolique (ou *sulfurique*), le dégagement d'un gaz acide qui communiquoit à l'eau, lors du contact, une forte acidité, en recouvrant sa surface d'une croute pierreuse. Il attribua cette acidité de l'eau à sa combinaison avec l'acide vitriolique, en partie volatilisé par le phlogistique, & en partie saturé par une portion de la terre du spath, qui se précipitoit à l'instant de son contact avec l'eau.

Il étoit réservé à M. Schéele de découvrir un nouvel être, & de trouver, dans une substance terreuse, insipide, indissoluble, l'acide le plus pénétrant, le plus miscible à l'eau, & le seul qui possédât à un degré éminent la propriété remarquable de dissoudre la terre siliceuse. Ce célèbre chimiste présenta à l'académie de Stokholm, en 1771, le résultat de ses travaux sur le spath fusible; il reconnut l'acidité de sa base, & lui donna, parmi les acides minéraux, la place qu'elle devoit y occuper; il établit ensuite les différens degrés d'affinité de son nouvel acide avec plusieurs substances, & donna les moyens d'obtenir cet acide pur & sans mélange.

Mrs Viegleb & Buccholz ont fait aussi plusieurs expériences sur la décomposition du verre par l'acide spathique. M. de Puymaurin en a fait également; & dans le mémoire dont nous présentons ici le précis, il donne une note des pertes qu'ont essuyées les différentes petites cornues de verre dont il s'est servi. Cet habile chimiste a retrouvé dans le récipient, sous forme de gelée, ayant l'apparence, d'une calcedoine, la terre quartzeuse qui avoit été détachée du verre des cornues. Elles contenoient toutes deux onces d'acide vitriolique & une once de spath fluor. De quatre cornues mises en expérience, la première a perdu 1 gros 42 grains; la seconde, 1 gros 36 grains; la troisième, 56 grains, & la quatrième, 1 gros 18 grains. Deux autres cornues semblables ayant été exposées à un feu plus violent, non-seulement la surface interne de la partie supérieure a été corrodée, mais la partie inférieure a été entièrement criblée & percée.

L'acide spathique, obtenu par la distillation à feu nu, dans une cornue de verre, d'un mélange de spath & d'acide vitriolique, est doublement altérée. Il est saturé par la terre siliceuse qu'il tient en dissolution, & souillé par le mélange des acides vitrioliques & sulfureux. Leur présence y est bientôt reconnue par l'acétyte de Baryte. Pour l'obtenir pur, il faut, en suivant le procédé de Schéele, distiller le mélange dans une cornue de plomb & d'étain, & enduire le récipient d'une couche de cire. On observera ici que lorsqu'on se propose de conserver l'acide spathique, on doit enduire intérieurement, d'un mélange de cire & d'huile, les flacons de cristal.

La distillation d'un mélange de quatre onces de spath, & de douze onces d'acide vitriolique, suffit alors pour acidifier huit onces d'eau. L'acétite de Baryte n'y décèle point la présence de l'acide vitriolique, quoique cet acide soit assez fort pour dissoudre la terre calcaire avec effervescence. Il altère les couleurs végétales, mais ne les détruit pas. Cependant cet acide n'est pas absolument pur; il est mêlé avec un peu de chaux de plomb (*oxide de plomb*) ou d'étain, selon le métal de la cornue employée; précipité par l'alkali volatil (*l'ammaniaque*), on l'a revivifié en plomb ou en étain.

Deux onces d'acide vitriolique, & demi-once de spath, étant distillés dans une petite cornue de plomb au bain-marie, qui pesoit onze onces six gros, on a observé qu'à la première distillation, la cornue perdit un gros & demi; dans la seconde, un gros, & dans la troisième, cinquante huit grains, & que l'acide obtenu étoit blanchâtre & avoit une forte odeur de foie de soufre. L'acide spathique seul ne peut dissoudre l'étain & le plomb. Mais pendant la distillation, l'acide vitriolique surabondant dissout ces métaux; dépouillé de son oxigène, il forme, avec la terre calcaire du spath, un hépar terreux, tandis que l'acide spathique dissout & entraîne les chaux ou oxides métalliques.

Il ne faut jamais, pendant cette distillation, outrepasser le terme de l'eau bouillante, parce

que les acides vitrioliques & sulfureux passeroient alors dans le récipient avec l'acide spathique.

Parvenu, par ce procédé, à obtenir l'acide fluorique, exactement dépouillé des acides vitrioliques & sulfureux, M. de Puymaurin a soumis à son action plusieurs substances, tant métalliques que siliceuses, & exposé ses résultats. De ses expériences, on doit conclure que l'acide spathique attaque plus facilement les pierres siliceuses, & le verre plus que les crystaux de roche.

Macquer, observant la corrosion du verre des cornues, attribua cet effet à l'acide spathique, dans l'état de gaz ou fluide aériforme, & M. de Puymaurin ayant vu un carreau de verre dépoli & corrodé par le gaz qui s'exhaloit d'une cornue où il y avoit un résidu de distillation d'acide spathique, essaya d'obtenir un pareil effet de cet acide combiné avec l'eau. Le succès ayant confirmé la conjecture, il fut assuré que l'acide spathique avoit sur le verre une action presqu'égale à celle de l'eau forte & des autres acides sur le cuivre & les autres minéraux.

Il n'y avoit plus qu'un pas à faire pour profiter de cette propriété de l'acide spathique, & le rendre utile aux arts. Imitant le procédé des graveurs sur cuivre à l'eau forte, M. de Puymaurin couvrit une glace d'un enduit de cire, y dessina quelques figures, recouvrit le tout d'acide spathique, & l'exposa au soleil. Bientôt les traits gravés furent recouverts d'une poudre blanche due à la dissolution du verre. Au bout de quatre on cinq heures, l'enduit fut détaché; & après avoir lavé la glace on vit l'effet, tel qu'on s'y étoit attendu : mais cependant les traits gravés étoient inégaux & pleins de bavures. Ces défauts venoient de la trop grande épaisseur de l'enduit de cire qui avoit empêché de donner aux traits dessinés la délicatesse qu'ils auroient dû avoir; ce qui indiquoit qu'il falloit employer un vernis qui offrît une surface assez mince pour supporter aisément les hachures & les autres opérations délicates de la gravure; & en même temps assez solide pour, qu'en s'appliquant exactement sur la glace, il ne fût point soulevé ou détruit par l'action dévorante de l'acide.

La difficulté d'appliquer un corps gras sur la surface du verre, rend très-difficile le succès de cette opération. Le vernis solide des graveurs réussit assez bien; mais la moindre négligence le rend sujet à s'écailler & à être pénétré par l'acide. Le verre est alors terni; les traits sont baveux, & la gravure imparfaite. C'est pourquoi on a eu recours au vernis fort des graveurs, décrit dans l'encyclopédie. Il est fait avec égale quantité d'huile siccative & de mastic en larmes; mais il est difficile à appliquer également, est long à sécher pendant l'hiver, ayant besoin d'être exposé à une forte chaleur, pour lui ôter sa qualité poisseuse.

Ceci présupposé, avant d'appliquer le vernis sur la glace, on la nettoie bien, & on la chauffe au point de ne pouvoir y tenir la main. On applique légèrement le vernis. On l'unit en le temponnant avec des petites balles de taffetas, garnies de coton. On l'expose ensuite à la fumée des petites chandelles de résines, comme en usent les graveurs à l'eau forte pour les planches de cuivre.

Le vernis bien séché, & sa surface bien unie, on y calque, ou l'on y dessine ce qu'on veut graver; mais la couleur obscure de la glace ne faisant pas ressortir les traits comme ceux qui sont dessinés sur le cuivre, le graveur travailleroit en aveugle, s'il ne soulevoit la glace, en l'exposant à la lumière. Pour rendre ce travail plus aisé, on peut se servir d'une table dont le dessus s'élève à volonté en forme de pupitre. Au milieu de cette table est enchâssée une glace, sur laquelle le graveur pose celle qui est vernissée & qu'il veut graver. Cette glace étant éclairée par dessous, les traits que burine le graveur, paroissent, & il peut aisément juger de l'effet qu'ils doivent produire.

Il ne sera pas inutile d'avertir ici les artistes des précautions qu'ils doivent prendre. Il faut, 1°. connoître la qualité du verre ou de la glace que l'on emploie; 2°. la force & la pûreté de l'acide spathique; 3°. le degré de température de l'atmosphère.

Le verre de bohême n'est pas d'une qualité égale, les matières dont il est composé n'ayant pas subi une fusion assez parfaite pour être exactement mêlées : aussi l'acide spathique agit-il sur lui inégalement.

Le verre anglois, où il entre beaucoup de chaux de plomb, est aisément attaqué par l'acide; mais la moindre soufflure du vernis laisse pénétrer l'acide; la chaux de plomb est attaquée la première, & sa dissolution donne une teinte désagréable au verre.

Les glaces sont les substances vitreuses que l'acide spathique attaque le plus aisément. La terre siliceuse y a été parfaitement élaborée par la cuisson, & l'acide la trouve dans l'état le plus propre à son érosion. Il faut choisir les glaces dont le reflet soit blanc & non verdâtre. Les glaces des petits miroirs paroissent mériter la préférence; les traits qu'y creuse l'acide sont d'une égale profondeur, & n'ont point de bavures.

Il est nécessaire de connoître le degré de pureté de l'acide qu'on emploie. Il faut employer l'acide spathique, distillé dans une cornue de plomb, selon la méthode décrite ci-dessus, marquant cinq degrés à l'aréomètre de Baumé. Celui qui est distillé dans une cornue de verre, étant altéré par l'acide vitriolique, & saturé par la terre siliceuse de la cornue, son action est moins forte & moins égale.

Quand le thermomètre de Réaumur marque seize degrés à l'ombre, dans un temps clair & serein; si on expose au soleil la glace vernie, recouverte par l'acide, elle est gravée au bout de 5 ou 6 heures : on le reconnoît bientôt à la poussière blanche qui recouvre les traits que l'on

avoit gravés sur le vernis. En hiver la glace n'est que légèrement attaquée au bout de quatre jours, & l'opération ne s'achèveroit pas, si on n'aidoit l'action de l'acide par une chaleur douce & modérée, telle que celle d'une étuve ou d'un four. Il ne faut point chauffer la glace par dessous, parce que le vernis se ramollit & s'écaille ; l'acide pénètre par-tout, & on ne fait que dépolir la glace, sans obtenir aucun dessin régulier.

On peut graver sur verre, & en demi-relief & en creux. Quand on veut graver en demi-relief, on enlève avec un gratoir le vernis qui recouvre le fond où sont tracées les figures ; on l'arrose d'acide spathique qu'on étend également avec un pinceau. La chaleur du soleil aidant l'acide, le verre est bientôt recouvert d'une pellicule blanche qu'on enlève, en refournissant du nouvel acide, jusqu'à ce qu'on juge le fond assez creusé, pour que les figures tracées aient un demi-relief. Quand on veut dépolir des glaces, on peut se servir du même procédé.

Pour graver en creux, on entoure la glace vernie d'une bordure de cire à graveur, & on suit exactement les procédés du graveur à l'eau forte.

On découvre un coin de la gravure pour juger de son état. Si on croit l'opération finie, on enlève l'acide, qui peut servir plus d'une fois, & on fait sécher & égouter la glace, après l'avoir lavée deux ou trois fois avec de l'eau claire, pour enlever l'acide surabondant. On détache ensuite le vernis avec un linge rude, imbibé d'esprit de vin, & on nettoie la glace avec de la craie réduite en poudre très-fine.

On peut aisément rendre le gaz spathique utile à la physique, en s'en servant pour dépolir les glaces & les instrumens d'eudiométrie, & pour graduer les instrumens auxquels on a jusqu'a présent adapté des graduations de bois & de cuivre, dont l'effet est toujours infidèle.

Acide nitrique, ou *acide nitreux*, *eau forte*, est un acide liquide, blanc ou plutôt limpide dans son état de pureté ; jaune ou rougeâtre dans celui d'altération : les vapeurs qu'il exhale sont plus ou moins rutilantes, selon son degré de concentration ; son odeur est vive & forte. Cet acide est fort corrosif ; il fait sur la peau des taches jaunes, qui ne s'en vont qu'avec l'épiderme ; il rougit le sirop de violette, &c.

L'acide nitrique s'unit avec l'acide carbonique, qu'il absorbe en grande partie ; il se combine rapidement avec l'acide muriatique ; ce composé est connu depuis long-temps sous le nom d'*eau regale*, capable de dissoudre l'or : l'eau regale est appelée à présent, avec plus de raison, par les modernes, *acide nitro-muriatique*. Cet acide mixte pèse moins spécifiquement que les deux acides dont il est formé ; sa couleur tire sur le citron, &c.

On obtient du *gaz nitreux* par divers procédés, principalement en versant de l'acide nitrique sur le fer. *Voyez gaz nitreux*, à l'article GAZ. Ce gaz, comme tous les autres, a les caractères apparens de l'air ; mais il en diffère par plusieurs propriétés. Il a une pésanteur moindre que celle de l'air ; il est impropre à la respiration & à la combustion ; il est anti-septique. Il se combine rapidement avec le gaz vital, & devient acide nitreux : le phénomène est le même avec l'air de l'atmosphère, mais plus foible. Dans l'une & l'autre de ces circonstances, on aperçoit des vapeurs rutilantes, comme celles qu'exhale l'acide nitreux fumant qui se mêle à l'air ; on peut dire qu'il y a alors combustion & flamme, conséquemment chaleur, aussi le thermomètre placé dans ce mélange monte-t-il de plusieurs degrés.

Acide sulfurique, ou acide vitriolique ; il n'a ni couleur, ni odeur ; il est le plus fort des acides, c'est-à-dire, qu'il peut séparer les autres des bases auxquelles ils sont unis : l'acide nitrique, le muriatique, viennent ensuite. Sa consistance, qui approche de l'huile, lui a fait donner vulgairement le nom d'*huile de vitriol*. La pesanteur est un peu plus que double de celle de l'eau, Sa saveur est si forte, qu'il cautérise tout ce qui est exposé à son contact. Il attire puissamment l'humidité de l'air, & s'en charge d'environ deux fois son poids ; lorsqu'on en verse dans l'eau, on entend un sifflement pareil à celui que produit un fer rouge, lorsqu'on l'y plonge, & le bouillonnement excité est d'autant plus fort, que les quantités qui forment le mélange, sont plus grandes. Cette substance saline change en rouge la couleur bleue du syrop de violette ; mais il n'en détruit pas le principe colorant, puisqu'on peut, en ajoutant un alkali, rendre au syrop sa première couleur.

L'acide sulfurique ne se rencontre pur en aucun endroit : on avoit cru qu'il existoit dans l'atmosphère, & on croyoit en démontrer l'existence, en exposant à l'air des linges imbibés d'une lessive de potasse (alkali fixe) qui, au bout d'un certain temps, se trouvoïent couverts de sulfate de potasse, c'est-à-dire, d'une espèce de sel neutre formé par l'union de cet alkali avec l'acide sulfurique de l'air ; mais cette expérience ne réussit pas ; lorsqu'on emploie de la potasse bien pure, on n'obtient que du carbonate de potasse, ou la combinaison de cet alkali avec l'acide carbonique.

Sthal, & plusieurs autres après lui, avoient regardé l'acide sulfurique comme le principe de tous les autres acides ; mais les modernes pensent que chaque acide a des principes caractéristiques, excepté l'oxigène ou base de l'air vital qui entre dans leur composition.

L'acide sulfurique, chauffé dans une cornue, se concentre à mesure qu'il perd de son eau, & laisse dégager un gaz très-odorant & très-pénétrant, qu'on nomme *gaz acide sulfureux* ; c'est celui-ci qui donne la couleur qu'acquiert quelquefois l'acide sulfurique.

L'acide sulfurique, même bien concentré, se gèle à un froid d'environ 14 dégrés, au thermometre

de Réaumur; mais s'il est mêlé avec trois ou quatre parties d'eau; il ne se gèle plus. L'expérience a encore prouvé que l'acide concentré qui s'est gelé, devient fluide, lorsqu'il est exposé à l'air, quoique l'intensité du froid ait augmenté. Ce dernier phénomène qui a l'air d'être un paradoxe, dépend de l'eau que l'acide absorbe de l'atmosphère, & avec laquelle il se combine, en produisant une chaleur qui s'oppose à sa congélation.

Cet acide n'agit point sur la terre siliceuse & sur les pierres quartzeuses. Il se combine avec l'alumine, la baryte ou spath pesant, &c., &c.

Si on chauffe un mélange d'acide sulfurique concentré & de mercure, par exemple, dans une cornue de verre dont le bout du tube recourbé soit adapté à un récipient plein de mercure, on obtiendra, dès que l'ébullition aura lieu, un gaz permanent d'une odeur très-pénétrante, semblable à celle du soufre en combustion. On a donné à ce gaz le nom de GAZ ACIDE SULFUREUX. *Voyez l'article* GAZ, où il est parlé de cette espèce. On lui a donné encore le nom de *gaz* ou d'*air acide-sulfureux-volatil.* Il est plus pesant que l'air; il éteint les bougies, fait périr les animaux, rougit le syrop de violette, s'unit à l'eau, dissout la craie, le camphre, le fer, est absorbé par les charbons & par tous les corps poreux.

L'acide sulfurique paroit aux modernes être un composé de soufre & d'oxigène.

Acide boracique. Le borax étant un sel neutre, qui résulte de la combinaison d'un acide particulier avec la soude, on a donné à cet acide le nom de *boracique.* On le trouve tout formé dans plusieurs endroits, par exemple, dans les eaux de plusieurs lacs de la Toscane. Cet acide qui est le plus foible des acides, a une saveur fraîche & salée; il teint en rouge les couleurs bleues végétales; il ne reçoit aucune altération sensible, de la part de l'air sec ou humide, chaud ou froid. Il se dissout difficilement dans l'eau, &c.

Les quatre derniers acides minéraux étant moins utiles à connoître pour les physiciens; nous renvoyons au dictionnaire de chimie de l'encyclopédie ceux qui seroient curieux d'en avoir une notice.

Les *acides végétaux* sont ceux qu'on retire de diverses manières des plantes; ils sont en grand nombre: tels sont *l'acide citrique*, celui que l'on retire du citron; l'*acide gallique*, qu'on extrait de la noix de galle; l'*acide malique*, qu'on obtient principalement des pommes; l'*acide benzoïque*, l'*acide tartareux*, l'*acide oxalique*, *sacchatin*, l'acide *acéteux*, l'acide *acétique*, &c. Nous dirons un mot seulement des deux derniers.

L'*acide acéteux*, vulgairement appelé vinaigre, est composé d'une proportion non encore déterminée d'hydrogène & de carbone combinés ensemble, & portés à l'état d'acide par l'oxigène. On a conclu que le vinaigre contenoit de l'oxigène, d'après les raisons suivantes. 1°. Le vin ne peut jamais se convertir en vinaigre, qu'autant qu'il a le contact de l'air, & qu'autant que cet air contient du gaz oxigène. 2°. Dans cette opération, le volume d'air qui est sur le vin qui se convertit en vinaigre, diminue à mesure que le gaz oxygéne est absorbé. 3°. De quelque manière qu'on oxygène le vin, on le transformera en vinaigre.

L'acide acétique, ou vinaigre radical, a été ainsi nommé dans la nouvelle nomenclature, parce qu'on l'a supposé plus chargé d'oxygène que le vinaigre ou acide acéteux, & qu'on l'a regardé comme le dernier dégré d'oxygénation que puisse prendre le radical hydro-carboneux; on attend que des expériences décisives confirment cette supposition.

Les *acides du règne animal* sont ceux qu'on obtient de diverses parties animales. Les *acides animaux* sont au nombre de six, savoir: l'*acide lactique*, l'*acide saccho-lactique*, l'*acide bombique*, l'*acide formique*, l'*acide sébacique*, l'*acide prussique.* Le premier se tire du petit lait; le second, du sucre du petit lait; le troisième, de la chrysalide du ver à soie; le quatrième, d'une grosse espèce de fourmi rousse qui habite les bois, &c. Nous ne nous étendrons pas davantage sur ces objets qui sont étrangers à la physique, lorsqu'on les considère sous certains rapports. Il nous a suffi de présenter les pierres d'attente, ou les points de contact qui réunissent entr'elles la physique & la chimie.

On remarquera que le nombre des acides ne peut point être actuellement borné; car, depuis peu d'années, on en a découvert beaucoup; & les recherches continuelles des chimistes font espérer que le nombre s'en accroîtra encore considérablement.

ACIDULE. Ce mot désigne ce qui a un petit dégré d'aigreur d'*acidité*, & on emploie le terme d'acidité, pour signifier la qualité aigre & piquante qui est propre aux acides. On dit de certaines eaux minérales qu'elles sont *acidules*, lorsqu'elles ont un commencement d'acidité. Ce nom leur a probablement été donné du nom *Acidula*, fontaine d'Italie, au royaume de Naples, dans la terre de Labour, près de Theano-Sedicino, à laquelle Pline attribuoit la propriété de guérir de la gravelle. Quoiqu'on se serve du mot *aciduler*, pour exprimer l'action de rendre acide ou piquante une boisson quelconque, par exemple, en y mêlant un peu d'acide vitriolique, du vinaigre, du verjus, du suc de groseille, de limon, &c.; cependant, depuis que la doctrine des gaz est si répandue, on emploie ce terme pour désigner l'action d'imprégner l'eau du *gaz fixe* ou *acide crayeux*, *gaz acide carbonique* de la nouvelle nomenclature. Ainsi, aciduler, dans ce cas, signifie faire passer dans une masse d'eau, une certaine quantité d'air fixe ou gaz fixe qui s'y combine, & donne à cette eau de nouvelles propriétés, un goût acidule; de changer en rouge la teinture bleue du tournesol, de précipiter l'eau de chaux, de dissoudre le fer, d'être antiseptique, &c. Il y a différentes méthodes d'aciduler les eaux, dont nous parlerons à l'article du GAZ *acide carbonique.*

Aciduler les eaux. L'art d'aciduler les eaux est un art tout nouveau, & qui ne date que de la découverte des gaz. M. Venel a mis sur la voie; Priestley a ouvert la route, a même parcouru la carrière; & d'autres ayant suivi la route indiquée par cet illustre Anglois, ont simplifié & perfectionné la méthode d'aciduler l'eau, c'est-à-dire de l'imprégner de gaz fixe (gaz acide carbonique), de telle sorte qu'il est facile dans quelques minutes, & à peu de frais, de faire des eaux minérales acidulées, semblables à celles de Pyrmont, Spa, Seltz, &c. Pour éviter les répétitions, nous renvoyons à l'article GAZ *acide carbonique*, dans lequel les principes seront établis, & à celui de MACHINE *de Nooth*.

ACIER. Ce mot désigne un fer préparé par la nature ou par l'art; c'est le plus dur & le plus cassant des métaux, sur-tout lorsqu'il est trempé; & c'est cette grande dureté qui le rend si propre à faire des tranchans de toute espèce; il n'est peut-être aucun art qui puisse se passer de ce métal. Nos meilleurs aciers se tirent d'Allemagne & d'Angleterre: ce dernier est plus estimé par la finesse & la netteté de son grain, & on lui trouve rarement des veines & des pailles.

En général, il y a deux manières de faire l'acier: l'une par la fonte, & l'autre par la cémentation. La première méthode est employée pour changer en acier le fer pris dans la mine même; mais on a soin de choisir le minerai qui est de la meilleure qualité. La seconde méthode consiste à choisir le meilleur fer tout forgé, celui qui est le plus malléable, & à l'imprégner d'une plus grande quantité de principe inflammable, par la seule cémentation, & sans fusion.

M. Cramer a proposé deux bonnes recettes pour l'acier: 1°. de mêler exactement une partie de poudre de charbon de bois, & une demi-partie de cendre de bois; 2°. de mélanger deux parties de poudre de charbon de bois, une partie d'os, de cornes, de poils ou de peaux d'animaux, brûlés dans un vaisseau clos jusqu'à noirceur, & réduits en poudre, & une demi-partie de cendre de bois.

Pour transformer en acier des barres de fer, on les met verticalement dans un creuset au fond duquel on a placé une couche d'environ 6 lignes, d'un des cémens dont on vient de donner la composition, de sorte que ces barres soient éloignées entr'elles & des parois du creuset, à peu près d'un pouce, & que tous les intervalles soient remplis de cette matière, ainsi que le dessus du creuset, fermé d'un couvercle exactement luté. On place ensuite le creuset dans un fourneau, à un feu égal, & on l'entretient rouge pendant environ dix heures, au bout desquelles le fer est transformé en bon acier, propre à recevoir une excellente trempe. *Voyez* le mot TREMPE.

On peut faire revenir l'acier à l'état de fer, & produire une opération inverse de la précédente; pour cet effet, on le met dans un cément composé, non avec des matières charbonneuses, mais avec des substances très-maigres, absolument exemptes de principe inflammable, & plutôt capable de l'absorber, comme sont les terres calcaires. Au bout de dix heures de cémentation dans ces matières, l'acier est redevenu du simple fer.

M. de Réaumur est un de ceux qui a fait le plus d'expériences sur le sujet présent: on peut les voir dans un ouvrage, imprimé en 1722, sous ce titre: *L'art de convertir le fer forgé en* ACIER, *& l'art d'adoucir le fer fondu ou de faire des ouvrages de fer fondu aussi finis que le fer forgé.* Cet ouvrage est une collection des différens mémoires que M. de Réaumur avoit lus à l'académie des sciences, pendant le cours de trois ans.

Ce célèbre physicien prescrit de faire un cément avec deux parties de suie, une partie de charbon pilé, une partie de cendre, & trois quarts de partie de sel marin pilé; de placer les barres de fer dans un creuset convenable, rempli de ce cément, en observant que les barres ne se touchent point, non plus que le creuset, qui doit être bien luté avec son couvercle, & exposé à un feu très-vif jusqu'à une parfaite transformation du fer en acier, ce qu'un œil exercé connoîtra au grain fin & délié.

Comme il n'y a pas de règle fixe sur cet objet, & que le fer peut avoir été pénétré, dans l'opération précédente, d'une trop grande quantité de matières inflammables, on pourra le faire, pour ainsi dire, rétrograder, & le rendre bon en le faisant chauffer de nouveau, après l'avoir entouré de matières alkalines propres à se saisir de l'excès des matières inflammables, telles que la craie & la chaux faite avec les os; cette opération s'appelle *recuit*. On l'emploie pour rendre le fer fondu aussi doux que le fer forgé, car le premier est trop dur & trop cassant, trop rébelle au ciseau, à la lime & au marteau. En s'y prenant ainsi, il est possible de ramener l'acier à être simplement fer & à l'arrêter même à tel degré intermédiaire qu'on désireroit. *L'art de Réaumur*, dit très-ingénieusement Fontenelle, *semble se jouer de ce métal.* Quant à l'art d'adoucir le fer fondu, ou de faire des ouvrages de fer fondu, aussi finis que ceux de fer forgé, on peut consulter les articles FER & FONTE.

Les principales propriétés de l'acier sont d'avoir le grain beaucoup plus fin que celui du fer, & d'autant plus fin, que l'acier est de meilleure qualité; d'être plus dur & plus dense que le fer, aussi s'use-t-il moins, aussi est-il plus propre à percer & à séparer les matières les plus dures; il est plus élastique que le fer, c'est-à-dire, qu'étant comprimé, fléchi, plié, il reprend mieux & plutôt sa première figure, dès que la compression cesse; tandis que le fer étant comparativement plus mol, ne reprend qu'imparfaitement

ſa première figure après la compreſſion, & reſte un peu courbé. Si on eſſaie de plier une lame d'épée, & enſuite une lame de fer des mêmes dimenſions, on verra l'expérience confirmer ce que nous venons de dire. Mais l'acier ayant plus de reſſort que le fer, eſt auſſi plus caſſant, comme la plupart des matières qui ſont douées d'une grande force de reſſort. Quelques auteurs ont dit que l'élaſticité de l'acier, plus conſidérable que celle du fer, venoit de ce que ſes molécules étoient formées de parties plus ſemblables, plus homogènes, & conſéquemment plus propres à s'unir. Cependant les mêmes ont défini l'acier, un fer très-dur & très-caſſant, qui contient beaucoup plus de matières inflammables que le fer ordinaire. Or, ces matières inflammables ne ſont cependant pas d'une nature ſemblable à celles de l'acier. Selon eux, l'acier eſt plus caſſant que le fer, parce que la liaiſon de ſes molécules eſt moindre, ſur-tout après la trempe; mais la dureté de l'acier trempé, qui eſt prouvée par mille expériences, ne laiſſe-t-elle pas à douter de la liaiſon moins intime des parties qu'on ſuppoſe? Ces raiſons, & pluſieurs autres qui ſe préſentent facilement à l'eſprit de ceux qui réfléchiront attentivement ſur cet objet, nous ſemblent montrer que la cauſe particulière de ces propriétés n'eſt pas encore connue, & qu'elle ne le ſera pas de long-temps, puiſque les efforts de l'illuſtre Réaumur, ſoutenus par un grand nombre d'expériences, ont été inutiles pour nous dévoiler le principe particulier de ces qualités. Mais, heureuſement pour nous, ſes expériences ſont certaines & utiles, & nous pouvons les mettre conſtamment à profit.

L'obſervation prouve encore que l'acier ſe rouille moins aiſément que le fer. Il eſt probable que la rouille n'étant qu'une décompoſition du fer, produite par l'action de l'air & de l'eau, la denſité & la dureté, qui eſt plus grande dans l'acier que dans le fer, eſt cauſe que l'acier réſiſte plus à leur action, & ſe décompoſe plus difficilement.

Quant à la peſanteur de l'acier, elle eſt un peu plus grande que celle du fer; & elle paroît une ſuite néceſſaire de la dureté de l'acier, qui eſt plus conſidérable que celle du fer. Ainſi un cube d'acier, d'un pouce, par exemple, pèſera plus qu'un cube de fer des mêmes dimenſions. Mais cette peſanteur ne doit pas être la même, elle doit varier ſelon la nature du minerai particulier dont on l'a extrait, ſuivant les méthodes qu'on a employées pour le fondre, & ſelon les différens états où l'art l'a mis après la fuſion; par exemple, ſelon qu'il eſt écroui ou non, ſuivant qu'il eſt trempé ou qu'il ne l'eſt pas, & de plus, ſelon les degrés d'écrouiſſement ou de trempe, leſquels peuvent être plus ou moins conſidérables. C'eſt donc à l'expérience à prononcer, & c'eſt elle qu'il faut toujours conſulter. M. Briſſon a fait pluſieurs épreuves exactes ſur ce ſujet, en employant l'acier neuf d'Angleterre; & c'eſt par elles que nous terminerons cet article.

La peſanteur ſpécifique de l'acier qui n'eſt ni écroui, ni trempé, eſt à celle de l'eau diſtillée, comme 78331 eſt à 10000. Le pouce cube de cet acier pèſe 5 onces 0 gros 44 grains; & un pied cube pèſe conſéquemment 548 livres 5 onces 0 gros 41 grains, c'eſt-à-dire 1728 fois davantage.

Ce même acier, étant fortement écroui, ſa peſanteur ſpécifique eſt à celle de l'eau diſtillée comme 78404 eſt à 10000; ſa denſité n'a donc augmenté par l'écroui, que d'environ $\frac{1}{1073}$. Ainſi le pouce cube de cet acier écroui doit peſer 5 onces 0 gros 47 grains, & le pied cube 548 livres 13 onces 1 gros 71 grains.

Si ce même acier, fortement écroui, eſt trempé de tout ſon dur, ſa peſanteur ſpécifique eſt à celle de l'eau diſtillée, comme 78180 eſt à 10000, preuve que la denſité de cet acier diminue beaucoup plus par la trempe qu'elle n'augmente par l'écroui: car elle eſt diminuée par la trempe de $\frac{1}{350}$; & elle n'étoit augmentée par l'écroui, que d'environ $\frac{1}{1073}$. Le pouce cube de cet acier ne pèſeroit donc que 5 onces 0 gros 39 grains; & le pied-cube ne pèſeroit que 547 livres 4 onces 1 gros 20 grains.

Si l'on trempe ce même acier de tout ſon dur, ſans l'avoir écroui auparavant, ſa peſanteur ſpécifique eſt à celle de l'eau diſtillée comme 78163 eſt à 10000. D'où l'on voit que ſa peſanteur ſpécifique, & par conſéquent ſa denſité, eſt à peu près la même que celle de l'acier, qui avoit été fortement écroui avant d'être trempé, puiſque ſa denſité a été diminuée de ſon état primitif d'environ $\frac{1}{466}$, & que celle de l'acier qui avoit été écroui avant la trempe, eſt diminuée auſſi de ſon état primitif d'environ $\frac{1}{518}$; ce qui prouve que l'action du feu, avant de le tremper, a ôté à l'acier écroui à peu près l'augmentation de denſité qu'il avoit acquiſe par l'écroui. Le pouce cube de cet acier ne pèſeroit que 5 onces 0 gros 38 grains, & le pied cube ne pèſeroit que 547 livres 2 onces 2 gros 3 grains.

De ces réſultats, on doit conclure, 1°. que l'acier, par la trempe, augmente toujours de volume; & par conſéquent diminue de denſité; 2°. que l'acier a, dans tous les cas, une peſanteur ſpécifique, plus grande que celle du fer. *Voyez* l'article PESANTEUR SPÉCIFIQUE, & le mot TREMPE.

L'acier ſe couvre de rouille dans le mercure pour peu qu'il y ſéjourne, ainſi que M. de Luc l'a éprouvé dans quelques petits appareils qu'il avoit fait conſtruire pour contenir le mercure dans le baromètre.

Il n'eſt pas de notre objet de parler des nouvelles expériences de Mrs. Vandermonde, Monge & Berthollet ſur l'*aciération*, dont les réſultats conduiſent à cette concluſion, que la fonte eſt une combinaiſon de fer, d'oxigène & de carbonne; l'acier, une combinaiſon de fer & de carbonne;

& le fer doux & malléable, lorsqu'il est bien pur, n'est que du fer; que les différences entre les aciers, lorsqu'ils sont faits avec du fer pur, dépendent des proportions de carbonne; enfin que la plombagine est un carbure de fer ou une combinaison de carbonne & de fer : ces considérations appartiennent à la chimie.

ACOUSTIQUE; c'est cette partie de la physique qui traite des sons. Si la science qui a pour objet le son, avoit été aussi cultivée que l'optique, nous aurions une suite de recherches & d'expériences très-intéressantes sur tout ce qui a rapport au son: mais on peut dire avec vérité que c'est une science toute nouvelle. Dans un mémoire lu dans une assemblée publique de l'académie de Béziers, j'ai prouvé qu'on pouvoit considérer l'acoustique en trois branches principales, dont l'une considéreroit les rayons sonores directs: la seconde, les rayons sonores réfléchis, & la troisième, les rayons réfractés. J'ai fait plusieurs expériences sur ces deux dernières parties, absolument nouvelles; dont je rendrai compte dans un ouvrage particulier. Les rayons sonores étant mus directement dans un même milieu, ou par réfraction & *déviation* dans divers milieux, ou par réflexion, lorsqu'ils rencontrent différentes surfaces réfléchissantes, pourquoi ne les considérerions-nous pas sous ces rapports, de même que nous considérons les rayons lumineux comme directs, comme réfléchis & comme réfractés? Pourquoi, lorsqu'il s'agit de la science des sons, n'y auroit-il pas une branche qui répondroit à la catoptrique, & une autre à la dioptrique, puisque les rayons sonores peuvent être refractés ou réfléchis par des milieux & des surfaces, de même que les rayons de lumière le font dans des circonstances semblables.

C'est à l'article du son que nous examinerons ce qui a rapport au son, considéré dans le corps sonore, dans le milieu & dans l'organe; *voyez* aussi les articles ECHO, CORPS SONORE, PROPAGATION *du son*, SONOMÈTRE, VIBRATION, CORDES, &c. PORTE-VOIX, CORNETS ACOUSTIQUES.

Le mot ACOUSTIQUE se donne encore à la science qui a pour objet la mélodie & l'harmonie, c'est-à-dire, les sons considérés d'abord seuls & isolés, & ensuite réunis ensemble par les accords, ce qui constitue proprement la musique qu'on doit regarder comme une partie de l'ACOUSTIQUE en général, qui n'est autre chose que la théorie des sons.

Le terme d'acoustique est dérivé d'un mot grec qui signifie *ouir*; & ce n'est que depuis 1700, qu'on s'en sert pour désigner la science qui a pour objet le sens de l'ouie; M. Sauveur, de l'académie des sciences, est le premier qui hasarda cette expression, depuis adoptée & consacrée, & qu'on a appliquée ensuite à tout ce qui a quelque rapport à la doctrine des sons. Ainsi on dit;

Conduit acoustique, pour désigner cette partie de l'oreille qui reçoit extérieurement les sons.

Nerf acoustique, le nerf qui va s'insérer dans l'oreille,

Maladies acoustiques, celles qui affectent l'organe de l'ouie.

Remèdes acoustiques, les remedes qu'on emploie contre les incommodités de l'ouie. On a beaucoup vanté autrefois le *baume acoustique*, qui réussit encore dans quelques circonstances. En voici la composition: prenez une demi-once d'huile de rue par infusion, deux gros de baume tranquille, dix gouttes de soufre thérébentine, autant de teinture d'assa-fœtida, de celle d'ambre gris, de celle de castor & d'huile de succin rectifiée. Toutes ces drogues étant mises dans un matras, on les fait chauffer un instant au bain marie, & ensuite on coule le mélange dans une bouteille qu'on a soin de boucher exactement. On emploie encore pour certaines affections de l'oreille, des injections faites avec des infusions de plantes émollientes; mais il vaut mieux, dans tous ces cas, consulter une personne de l'art, que de se servir de remèdes qui pourroient n'être pas avantageux dans les circonstances particulières où on se trouveroit.

Voûtes acoustiques, celles qui propagent le son d'une manière particulière; nous parlerons des phénomènes qu'elles présentent. *Voyez* le mot CABINET SECRET.

Instrumens acoustiques, ceux qui servent à transmettre le son à une grande distance, comme le *porte-voix*, ou à le faire entendre à ceux qui ont l'ouie dur; tels sont les CORNETS ACOUSTIQUES; *voyez* ce mot.

ACRONIQUE, terme qui se dit du lever ou du coucher d'une étoile, lorsqu'il se fait au moment où le soleil se couche ou se lève, ainsi on dit : *lever acronique, coucher acronique.*

ACTIF, se dit de tout ce qui communique le mouvement à un autre; dans ce sens, *actif* est opposé à *passif*. [Newton prétend que la quantité de mouvement, dans l'univers, devroit toujours diminuer en vertu des choses contraires, &c.; de sorte qu'il est nécessaire qu'elle soit conservée par certains principes *actifs*. Il met au nombre de ces principes actifs, la cause de la gravité ou l'attraction, & celle de la fermentation, & il ajoute qu'on voit peu de mouvemens dans l'univers, qui ne proviennent de ces principes. La cause de l'attraction toujours subsistante, & qui ne s'affoiblit point en s'exerçant, est, selon ce philosophe, une ressource perpétuelle d'action & de vie. Encore, pourroit-il arriver que les effets de cette vertu vinssent à se combiner, de façon que le sistême de l'univers se dérangeroit & qu'il demanderoit, selon Newton, une main qui y touchât, *emendatricem manum desideraret.*]

ACTION. Le mot d'action, en physique, ne doit pas se prendre seulement pour les actes des êtres animés, & sur-tout ceux de l'homme, mais pour tout mou-

vement qu'un corps quelconque produit ou tend à produire dans un autre, c'est-à-dire, qu'il produiroit en effet, si un obstacle ne l'en empêchoit: ainsi, il n'y a point, en physique, d'action sans mouvement, ou sans tendance au mouvement, & réciproquement tout effort ou tout mouvement, suppose nécessairement une action.

Le terme d'*action* se prend tantôt pour l'effort ou le mouvement que fait un corps contre un autre corps, tantôt pour l'effet même qui résulte de cet effort. *Voyez* MOUVEMENT.

[En effet, dit d'Alembert, toute puissance n'est autre chose qu'un corps qui est actuellement en mouvement, ou qui tend à se mouvoir, c'est-à-dire, qui se mouveroit si rien ne l'en empêchoit. *Voyez* PUISSANCE. Or, dans un corps, ou actuellement mû, ou qui tend à se mouvoir, nous ne voyons clairement que le mouvement qu'il a, ou qu'il auroit, s'il n'y avoit point d'obstacle: donc l'*action* d'un corps ne se manifeste à nous que par ce mouvement; donc nous ne devons pas attacher une autre idée au mot d'*action* que celle d'un mouvement actuel, ou de simple tendance; & c'est embrouiller cette idée que d'y joindre celle de je ne sais quel être métaphysique, qu'on imagine résider dans le corps, & dont personne ne sauroit avoir de notion claire & distincte. C'est à ce même mal-entendu qu'on doit la fameuse question des forces vives, qui, selon les apparences, n'auroit jamais été un objet de dispute, si l'on avoit bien voulu observer que la seule notion précise & distincte qu'on puisse donner du mot de *force*, se réduit à *son effet*, c'est-à-dire, au mouvement qu'elle produit ou tend à produire. *Voyez* FORCE.

Quantité d'action, est le nom que donne M. de Maupertuis, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1744, & dans ceux de l'Académie de Berlin, 1746, au produit de la masse d'un corps par l'espace qu'il parcourt & par sa vîtesse. M. de Maupertuis a découvert cette loi générale, que dans les changemens qui se font dans l'état d'un corps, la quantité d'action nécessaire pour produire ce changement, est la moindre qu'il est possible. Il a appliqué heureusement ce principe à la recherche des lois de la réfraction, des lois du choc, des lois de l'équilibre, &c. & s'est même élevé à des conséquences plus sublimes sur l'existence d'un premier être. Les deux ouvrages de M. de Maupertuis que nous venons de citer, méritent toute l'attention des Philosophes; & nous les exhortons à cette lecture: ils y verront que l'auteur a su allier la métaphysique des causes finales, (*voyez* CAUSES FINALES) avec les vérités fondamentales de la mécanique; faire dépendre d'une même loi le choc des corps élastiques & celui des corps durs, qui jusqu'ici avoient eu des lois séparées, & réduire à un même principe les lois du mouvement & celles de l'équilibre.

Le premier mémoire où M. de Maupertuis a donné l'idée de son principe, est du 15 avril 1744; & à la fin de la même année, M. le Professeur Euler publia son excellent livre: *Methodus inveniendi lineas curvas maximi vel minimi proprietate gaudentes.* Dans le supplément qui y avoit été ajouté, cet illustre géomètre démontre que dans les trajectoires que des corps décrivent par des forces centrales, la vîtesse multipliée par l'élément de la courbe, fait toujours un *minimum*. Ce théorème est une belle application du principe de M. de Maupertuis au mouvement des planètes.

Par le mémoire du 15 avril 1744, que nous venons de citer, on voit que les réflexions de M. de Maupertuis sur les lois de la réfraction, l'ont conduit au théorème dont il s'agit. On sait le principe que M. de Fermat, & après lui M. Leibnitz, ont employé pour expliquer les lois de la réfraction. Ces grands géomètres ont prétendu qu'un corpuscule de lumière qui va d'un point à un autre, en traversant deux milieux différens, dans chacun desquels il a une vîtesse différente, doit y aller *dans le temps le plus court* qu'il est possible: & d'après ce principe, ils ont démontré géométriquement que ce corpuscule ne doit pas aller d'un point à l'autre en ligne droite, mais qu'étant arrivé sur la surface qui sépare les deux milieux, il doit changer de direction, de manière que le sinus de son incidence soit au sinus de sa réfraction, comme sa vîtesse dans le premier milieu est à sa vîtesse dans le second; d'où ils ont déduit la loi si connue du rapport constant des sinus. *Voyez* SINUS, RÉFRACTION, &c.

Cette explication, quoique fort ingénieuse, est sujette à une grande difficulté, c'est qu'il faudroit que le corpuscule s'approchât de la perpendiculaire dans les milieux où sa vîtesse est moindre, & qui par conséquent lui résistent davantage: ce qui paroît contraire à toutes les explications mécaniques qu'on a données jusqu'à présent de la réfraction des corps, & en particulier de la réfraction de la lumière.

L'explication, entr'autres, qu'a imaginée M. Newton, la plus satisfaisante de toutes celles qui ont été données jusqu'ici, rend parfaitement raison du rapport constant des sinus, en attribuant la réfraction des rayons à la force attractive des milieux; d'où il s'ensuit que les milieux plus denses, dont l'attraction est plus forte, doivent approcher le rayon de la perpendiculaire; ce qui est, en effet, confirmé par l'expérience. Or, l'attraction du milieu ne sauroit approcher le rayon de la perpendiculaire sans augmenter sa vîtesse, comme on peut le démontrer aisément; ainsi, suivant M. Newton, la réfraction doit se faire en s'approchant de la perpendiculaire lorsque la vîtesse augmente; ce qui est contraire à la loi de MM. Fermat & Leibnitz.

M. de Maupertuis a cherché à concilier l'explication de M. Newton avec les principes métaphysiques. Au lieu de supposer avec MM. de Fermat & Leibnitz, qu'un corpuscule de lumière va d'un point à un autre dans le plus court temps possible, il suppose qu'un corpuscule de lumière va d'un point à un autre, de manière que la quantité d'*action* soit la moindre qu'il est possible. Cette quantité

d'*action*,

d'*action*, dit-il, est la vraie dépense que la nature ménage. Par ce principe philosophique, il trouve que non-seulement les sinus sont en raison constante, mais qu'ils sont en raison inverse des vîtesses, (ce qui s'accorde avec l'explication de M. Newton,) & non pas en raison directe, comme le prétendoient MM. de Fermat & Leibnitz.

Il est singulier que tant de philosophes qui ont écrit sur la réfraction, n'ayent pas imaginé une manière si simple de concilier la métaphysique avec la mécanique; il ne falloit pour cela que faire un assez léger changement au calcul fondé sur le principe de M. de Fermat. En effet, suivant ce principe, le temps, c'est-à-dire, l'espace divisé par la vîtesse, doit être un *minimum;* de sorte que si l'on appelle E l'espace parcouru dans le premier milieu avec la vîtesse V, & e l'espace parcouru dans le second milieu avec la vîtesse v, on aura $\frac{E}{V} + \frac{e}{v} =$ à un *minimum*, c'est-à-dire $\frac{dE}{V} + \frac{de}{v} = o$. Or il est facile de voir que les sinus d'incidence & de réfraction sont entr'eux comme dE à $-de$; d'où il s'ensuit que ces sinus sont en raison directe des vîtesses $V\,v$, & c'est ce que prétend M. de Fermat. Mais pour que ces sinus fussent en raison inverse de vîtesses, il n'y auroit qu'à supposer $V\,dE + v\,de = o$; ce qui donne $E \times V + e \times =$ à un *minimum*: & c'est le principe de M. de Maupertuis. *Voyez* MINIMUM.

On peut voir dans les mémoires de l'Académie de Berlin, que nous avons déjà cités, toutes les autres applications qu'il a faites de ce même principe, qu'on doit regarder comme un des plus généraux de la mécanique.

Quelque parti qu'on prenne sur la métaphysique qui lui sert de base, ainsi que sur la notion que M. de Maupertuis a donnée de la *quantité d'action*, il n'en sera pas moins vrai que le produit de l'espace par la vîtesse est un *minimum* dans les lois les plus générales de la nature. Cette vérité géométrique due à M. de Maupertuis, subsistera toujours; & on pourra, si l'on veut, ne prendre le mot de *quantité d'action*, que pour une manière abrégée d'exprimer le produit de l'espace par la vîtesse.]

ACTION MUSCULAIRE. C'est le mouvement d'un muscle qui produit, ou fait effort pour produire l'effet auquel la nature l'a destiné. En général, le muscle a deux sortes de mouvement, celui de contraction par lequel il s'accourcit, & celui d'extension par lequel il s'alonge. Tous les mouvemens du corps des animaux s'exécutent par cette double *action musculaire.* On y a ajouté un troisieme mouvement nommé tonique, qui a lieu lorsque plusieurs muscles; agissant de concert, tiennent une partie tendue sans néanmoins la mouvoir; comme il arrive lorsque les quatre muscles droits de l'œil le tirent également & en même temps contre le fond de l'orbite pour le faire regarder fixement un objet.

Les mouvemens produits par l'action musculaire sont simples ou composés; les premiers se font en haut ou en bas, devant ou derrière, à droite ou à gauche, & ils ne dépendent que d'un seul muscle. Les seconds, c'est-à-dire les composés, résultent de l'action simultanée ou successive de plusieurs muscles, comme lorsqu'on tourne les bras en rond.

On remarque généralement que dans l'action, le muscle qui l'a produit se gonfle en se raccourcissant, & que, par cette contraction, une des deux parties attachée à son extrémité, se meut.

La cause qui produit l'*action musculaire*, n'est pas encore connue; les savans ont imaginé un grand nombre d'opinions; les principales sont les suivantes. La première l'attribue à l'influx des esprits animaux; la seconde, à celui du sang; la troisiéme, à la combinaison des deux premières; la quatrième, au ressort des fibres qui composent les muscles; la cinquième, au concours du fluide nerveux & du sang artériel. Ces objets sont étrangers à la physique proprement dite, & appartiennent à la physiologie. Nous renvoyons donc entiérement à la partie de l'encyclopédie qui en traite. Nous terminerons seulement cet article, en ajoutant qu'on a distingué trois espèces de mouvemens qui résultent de l'*action*, ou contraction *musculaire;* savoir, les mouvemens *volontaires* qui dépendent entièrement de notre volonté, tels que ceux des pieds, des mains, des yeux, de la langue, &c. Les mouvemens *mécaniques* qui ne dépendent aucunement de la volonté comme le mouvement du cœur, celui de l'estomac, des intestins, &c. Les mouvemens *mixtes* dont l'existence ne dépend pas de nous, mais peuvent être seulement modifiés par la volonté, c'est-à-dite, augmentés ou diminués, accélérés ou retardés, & même suspendus durant quelques instans. C'est ce qu'on peut exécuter dans la respiration; on peut faire des inspirations & des expirations plus ou moins fortes, plus ou moins réitérées, durant un intervalle de tems donné.

ACTIVITÉ, est la puissance d'agir qu'on suppose dans les différens corps; ils n'en ont réellement aucune, & c'est, par cette privation de vertu d'agir, que la matière diffère de l'esprit, mais d'après les loix qui règlent cet univers, nous voyons des mouvemens qui semblent produits par un grand nombre de corps, & nous supposons dans eux une faculté active, comme si elle y étoit réellement existante. Dans ce sens on dit que l'activité du feu surpasse celle de tous les autres corps; c'est du fameux principe de l'attraction que tous les corps tirent leur activité; la répulsion & l'impulsion sont encore, dans beaucoup de cas, des causes d'activité. Voyez *Attraction. Impulsion. Répulsion.*

La *sphère d'activité* d'un corps est l'espace qui environne un corps, & s'étend jusqu'où ce corps peut opérer quelqu'effet, c'est-à-dire, quelque mouvement. La sphère d'activité d'un corps sonore est d'autant plus grande, que le corps, toutes choses égales, est plus élastique; la sphère d'activité du feu,

de l'électricité ; de l'aimant, &c. s'étend plus ou moins suivant l'intensité dont ils jouissent. *Voyez* SPHÈRE.

ACUTANGLE. Le nom d'acutangle, qui est formé de deux mots, dont l'un signifie angle & l'autre aigu, se donne à toute figure formée par des angles aigus, c'est-à-dire, par des angles moindres que 90 dégrès ; par exemple, le triangle acutangle est celui dont les trois angles sont aigus. *Voyez* TRIANGLE ACUTANGLE.

ADAMANTIN (Spath). Le spath Adamantin est une pierre nouvellement découverte, dont la dénomination est fondée sur sa dureté qui approche de celle du diamant & sur son usage en Chine & dans les Indes, où on la pulvérise pour tailler & polir les pierres précieuses.

On connoît deux variétés de cette pierre ; la première vient de la Chine ; elle cristallise en prismes à six pans sans pyramides ; leur longueur varie de 6 lignes à 1 pouce, & leur largeur est d'environ 9 lignes ; sa couleur est grise avec différentes nuances. Les morceaux entiers sont opaques, mais les lames minces & les arêtes des prismes sont transparentes. Sa cassure est brillante & sa texture spathique, ce qui fait paroître sa surface légèrement striée. Ses cristaux sont revêtus d'une croûte très-fine & fortement adhérente de paillettes de mica argenté, entremêlées de particules de feld-spath rouge. On en a vu où il se trouvoit du sulfure de fer jaune, superficiel.

Cette pierre est si dure que non-seulement elle coupe le verre aussi facilement que le diamant, mais qu'elle raye même le crystal de roche & plusieurs autres pierres très-dures.

Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau : : 3710 : 1000.

Il se trouve accidentellement dans ce spath adamantin de la Chine, de petits grains de cristaux d'oxide de fer magnétique, que l'on peut en séparer par l'aimant, lorsque la pierre est pulvérisée.

La seconde variété, qui vient des Indes, est appelée *Corundunum* par les habitans de Bombay. Elle diffère de la première par une couleur plus blanche, par une texture plus décidément spathique ou lamelleuse ; & enfin, parce que les grains d'oxide de fer magnétique qui s'y trouvent, sont plus petits que dans la première, & qu'ils ne sont point disséminés dans son intérieur, comme dans celle-ci, mais seulement adhérens à sa surface.

Cette pierre, considérée chimiquement, est très-singulière ; l'opiniâtreté avec laquelle elle resiste à la décomposition est extraordinaire. On peut voir sur cet objet qui nous est étranger, un mémoire de M. Klaproth, dans le tome huitième des *écrits de la société des curieux de la nature, de Berlin.* Année 1788, & les *Ann. de chymie*, T. I.

ADDITION. Cette opération, qui est la première des quatre règles de l'arithmétique, consiste à trouver le total ou la somme de plusieurs nombres séparés. Pour cet effet, on écrit tous les nombres particuliers les uns sous les autres ; de sorte que ceux qui ont la même dénomination, soient placés directement les uns au-dessous des autres, afin de pouvoir prendre successivement la somme de chaque colonne. Exemple :

```
 23423
  1321
 -----
 24744 somme ou total.
```

On a vu ici que les unités étant placées sous les unités, les dixaines sous les dixaines, les centaines au-dessous des centaines, &c. on cherche successivement la totalité des unités, la totalité des dixaines, &c. pour avoir la somme générale de tous les nombres.

Les additions simples, composées ou complexes, celles des nombres fractionnaires ordinaires ou décimaux sont fondées sur le même principe : qu'*un tout est égal à la somme de ses parties*, & se font absolument par une méthode qu'on jugera être la même avec un peu d'attention, en portant dans les colonnes antérieures les sommes qui leur appartiennent réellement.

Il nous seroit aisé de faire un article très-étendu sur cet objet ; mais nous renvoyons entièrement au dictionnaire de mathématique pour ne pas faire un double emploi & grossir inutilement cet ouvrage.

L'*addition algébrique* est l'art d'ajouter ensemble plusieurs quantités indéterminées, désignées par les lettres de l'alphabet ; pour cet effet, on les joint avec leurs propres signes, & on réduit celles des grandeurs semblables, c'est-à-dire, celles qui ont précisement les mêmes lettres & le même nombre de lettres, (sans aucun égard à leur co-efficient).

Addition en géométrie est une opération par laquelle on trouve ; 1°. la somme de plusieurs lignes données ; 2°. la somme de tous les angles d'une figure rectiligne quelconque ; 3°. la somme de plusieurs figures données. Il est inutile de prévenir que l'addition algébrique & l'addition géométrique ne sont point du ressort de ce dictionnaire.

ADDUCTEUR. Ce mot est consacré pour désigner différens muscles dont les fonctions sont d'approcher les parties auxquelles ils sont attachés, du plan que l'on imagine diviser le corps humain en deux parties égales où symétriques, tandis que la fonction des muscles abducteurs, opposée à celle des adducteurs, est d'éloigner de ce plan les parties auxquelles ils tiennent.

Ainsi l'*adducteur de l'œil* est un des quatre muscles droits de l'œil qui part, tendineux & charnu, des bords du trou qui donne passage à travers l'os sphéroïde au nerf optique, entre le grand oblique & l'abaisseur. Il s'insère par un tendon foible dans la sclérotique, du côté du grand angle, & fait avancer la prunelle vers le nez.

ADHÉRENCE ou ADHÉSION. Ce terme vient du mot latin *adhœrentia, adhœrere, ad hœrere, être attaché à quelque chose*; c'est l'état de deux corps qui sont joints & tiennent l'un à l'autre, soit par leur propre action, soit par la compression de quelques fluides extérieurs. On confond ordinairement l'*adhérence* avec la *cohérence* ou *cohésion*; cependant il me paroît qu'on doit les distinguer. L'*adhérence* désigne une force d'union qui s'exerce par les surfaces des corps de différente ou de même nature, & la *cohérence* a plus de rapport à une force d'union qui a lieu entre les diverses parties d'une même substance. C'est par l'*adhérence* que des particules d'air s'attachent à la surface de la plupart des corps; c'est par la *cohérence* que des parties du bois, des pierres & des métaux, sont jointes entr'elles. La force, par laquelle des corps adhèrent entr'eux, est moins considérable que celle qui fait cohérer les parties des substances entr'elles. Un corps, composé d'un grand nombre de parties, ne peut exister sans cohérence; mais il peut être sans adhérence avec un autre corps; une de ces forces paroît donc essentielle & l'autre accidentelle. Nous parlerons de la COHÉRENCE ou COHÉSION, à l'article de ce nom, auquel nous renvoyons; nous traiterons ici de l'*adhérence* ou *adhésion*.

Il est peu de corps, à la surface desquels l'humidité qui est toujours répandue dans l'air, n'adhère plus ou moins; leur superficie est constamment couverte d'une vapeur aqueuse, très-foible dans les temps secs, & très-marquée dans les temps humides: l'air même, pendant les vents les plus secs, contient de l'humidité, & en communique nécessairement à tout ce qui est plongé dans l'atmosphère; car les observations faites avec l'hygromètre ne permettent pas de douter que l'air, sur-tout celui qui est près de la surface de la terre, ne contienne une assez grande quantité d'eau. Voyez l'article *eau contenue dans l'air*, au mot AIR. Ainsi on ne peut point douter que tous les corps plongés dans l'atmosphère, & l'humidité qui y est répandue, ne soient soumis entr'eux à une force d'adhérence, quelle qu'en soit la cause. Cette eau même, celle sur-tout qui est suspendue dans l'air, ne lui est-elle pas adhérente?

L'air lui même adhère à tous les corps; quelque surprenante que paroisse d'abord cette vérité, il est facile de la démontrer par plusieurs expériences. Une aiguille d'acier se soutient sur l'eau, quoique le fer dont elle est composée soit environ huit fois plus pesant. On sait que pour réussir dans cette expérience, il faut coucher horizontalement l'aiguille sur la surface de l'eau, & l'y abandonner avec dextérité. Selon les lois de l'hydrostatique, la pesanteur spécifique de l'aiguille, beaucoup plus grande que celle de l'eau, devroit la faire tomber; mais plusieurs particules d'air adhérant à la superficie de cette aiguille, l'enveloppant en grande partie, forment une espèce de bateau, & la rendent spécifiquement plus légère qu'un égal volume d'eau auquel l'aiguille avec son bateau d'air répond: ainsi l'aiguille doit surnager. C'est à-peu-près la même chose que si on avoit fait adhérer tout le long de l'aiguille de petites parcelles de liège. La preuve de la bonté de cette explication est que si on mouille l'aiguille, avant de la placer sur l'eau, l'expérience ne réussit plus, parce que le frottement de l'eau a détaché les parcelles d'air de la superficie de l'aiguille, & lui a enlevé conséquemment un corps environ 850 fois plus léger qu'elle, dont l'union la rendoit spécifiquement moins pesante que l'eau.

Cette explication me paroît claire & simple; elle diffère en quelque sorte de celle que M. Petit a donnée dans les mémoires de l'académie en 1731; car il a voulu associer à la cause de ce phénomène l'adhérence des parties de l'eau entr'elles, qui empêche l'aiguille de les diviser, en ajoutant que si on chauffe l'eau, ce qui diminue l'adhérence de ses parties entr'elles, le phénomène n'a pas lieu. Ce dernier effet nous paroît évidemment résulter de l'expulsion de l'air adhérent à l'aiguille; émigration causée par la chaleur, communiquée à l'eau, & ensuite aux molécules de l'air, qui forme une petite gondole autour de l'aiguille. On ne sera pas tenté de révoquer en doute ce que nous venons de dire, si on se rappelle que l'air, à un même degré de chaleur que l'eau, est bien plus dilatable & expansible. L'air étant ainsi chassé en partie, l'eau adhère à la surface de l'aiguille; &, privée de son support, il est de toute nécessité qu'elle se précipite au fond de l'eau. Je ne nie cependant pas qu'il n'y ait une adhérence entre les parties de l'eau; mais je ne pense pas qu'elle soit capable de produire un effet sensible dans le phénomène dont on parle.

On donne encore de l'adhérence de l'air avec les corps, la preuve suivante: « des feuilles de différens métaux très-minces, & d'une assez grande superficie, se soutiennent sur l'eau; &, pour les faire enfoncer, il faut les charger de quelque poids; elles en portent souvent plus qu'on n'auroit cru. Cet effet ne vient pas du grand nombre des parties d'eau qui résistent en même temps à se laisser diviser par une surface très-grande respectivement à la masse; car si cela étoit, pourquoi ces mêmes feuilles, mises au fond de l'eau, remonteroient-elles aussitôt, en surmontant cette même résistance de l'eau à sa division, que rien ne les oblige à vaincre, puisqu'au contraire leur propre pesanteur & celle de toute l'eau qu'elles portent, ne tendent qu'à les tenir où elles étoient? Il est nécessaire qu'il y ait entr'elles un principe de légèreté par rapport à l'eau, dont elles doivent vaincre l'opposition; & ce principe ne peut être que l'air qui leur est adhérent en une quantité d'autant plus grande qu'elles ont plus de surface. M. Petit s'en est assuré par un moyen fort simple: il lui a suffi de chiffonner ces feuilles entre ses doigts, pour diminuer leur surface, & elles ne se sont plus soutenues sur l'eau. L'air

mouille donc les corps à sa manière comme fait l'eau. »

Mais pour ne pas rapporter un plus grand nombre de preuves, je me contenterai d'assurer, ainsi que je le prouve dans mes cours publics, qu'il n'y a point de corps, même parmi ceux qui sont très-durs, & dont les surfaces ont un plus grand poli, desquels on ne voit s'échapper plusieurs parcelles d'air, sous la forme de bulles, qu'après qu'ils ont été plongés dans l'eau.

Les expériences multipliées que j'ai faites, principalement avec des marbres très-polis, des bois fort durs, des métaux de différentes espèces & parfaitement polis, m'ont démontré que c'est dans les temps secs que ces expériences réussissent le mieux; qu'elles sont d'autant plus sensibles que les surfaces sont plus grandes; que si les corps ont été un peu échauffés, les bulles paroissent moins, (si les corps étoient fortement échauffés, les bulles qu'on verroit s'échapper, seroient celles de l'air interposé dans l'eau). Il est inutile d'observer que si les corps plongés dans l'eau étoient plus poreux que ceux qui ont servi aux expériences, les bulles seroient plus sensibles & plus multipliées; & que si les corps qui donnent des bulles d'air ont été mouillés ou plongés dans l'eau pendant quelque temps, le phénomène n'a pas lieu.

Non-seulement les vapeurs aqueuses & l'air adhèrent à tous les corps, mais encore tous les fluides sensibles que nous connoissons, tels que l'eau, le vin, l'esprit-de-vin, l'huile & les différens corps oléagineux; car toutes les substances qui ont été plongées pendant quelque temps dans ces fluides, en restent mouillées, quoiqu'on fasse des efforts pour les en séparer par des secousses.

Il est probable que les autres fluides, tels que le fluide magnétique, le feu, le fluide électrique, les gaz divers, &c., adhèrent également à tous les corps.

La cause de cette adhérence est, sans contredit, l'attraction qui règne entre toutes les parties de la matière; voyez le mot Attraction. Cette force générale, qui maîtrise tous les corps & toutes leurs parties, produit l'union de toutes les parties de matière, soit entr'elles, dans un même corps, soit entre différens corps, lorsque les uns & les autres sont dans la sphère d'activité de leur attraction réciproque.

L'eau est facilement attirée par le verre; elle y adhère ensuite fortement, & il faut employer des efforts pour l'en séparer: aussi les verres sont-ils presque toujours couverts d'une vapeur aqueuse plus ou moins légère, à moins que l'air environnant ne soit d'une grande siccité. Tous ceux qui se sont adonnés aux expériences d'électricité, en sont convaincus par un grand nombre d'observations. Les phénomènes des tuyaux capillaires le démontrent encore d'une manière bien sûre. *Voyez* Tuyaux capillaires: on y prouvera que l'adhérence ou l'attraction qui règne entre les molécules de l'eau, est moins forte que celle qui a lieu entre les parties de l'eau & les parties du verre.

Quoiqu'on ne puisse douter qu'il n'y ait une union entre toutes les parties d'un même corps, laquelle soit un effet d'attraction, & qu'en ce sens on ne puisse dire qu'il y a entr'elles une *adhérence*, cependant il vaut mieux, ainsi que nous l'avons observé au commencement de cet article, employer, pour cette espèce d'union des parties, le mot de *cohérence*. La cause de la cohérence est la même que celle de l'adhérence; elles ne diffèrent l'une & l'autre qu'accidentellement; car, dans la cohérence, les surfaces des molécules adhèrent entr'elles, non par un seul de leurs côtés, comme dans l'adhérence des grands corps, mais par tous leurs côtés, avec d'autres molécules intégrantes ou constituantes. (*Voyez* Parties intégrantes & constituantes); c'est ce qui rend la cohérence plus forte.

On regarde encore comme un effet & une preuve de l'adhérence des corps, plusieurs expériences dont nous allons faire connoître les principales. Si l'on prend deux plans de glace, par exemple, égaux & bien unis, qu'on les presse l'un contre l'autre, pour en chasser l'air intercepté, il faudra, pour les séparer, employer une force très-sensible. Cette force ne sera pas seulement égale à celle de la pression d'une colonne d'air de même hauteur que celle de l'atmosphère, & d'une base égale à celle de la surface des plans de glace, mais encore elle lui sera supérieure. Or, cette supériorité de force vient de l'adhérence des plans, produite par l'attraction des surfaces; car elle sera proportionnelle aux points du contact.

Pour le prouver, prenons deux plans de glace *a* & *b*, environnés chacun d'un cercle de cuivre, un peu moins large que l'épaisseur de la glace, & auquel on ait soudé une lame de cuivre, comme un diamètre, au milieu duquel sera un crochet. Il est évident que cet appareil, qu'on voit représenté à la *fig.* 2ᵉ, étant suspendu en *c*, soutiendra, sous le récipient d'une machine pneumatique où on aura fait le vide, non-seulement le poids *e*, qui est égal à la pression de la colonne d'air dont nous venons de parler, mais encore le poids *g*, à-peu-près égal à la force d'adhérence qui a lieu entre les deux plans de glace, & que cette force est d'autant plus grande, que la surface est plus considérable.

On cite encore l'expérience de deux balles de plomb, à chacune desquelles on a retranché un segment. Placées l'une sur l'autre & pressées fortement, elles supportent un poids beaucoup plus grand que celui qui répond à la pression de la colonne d'air correspondante, comme on le montre en les mettant sous le même récipient, & de la même manière que les deux plans de glace dont on vient de parler. *Voyez* la *figure* 3ᵉ.

On a objecté que, sous le récipient de la machine pneumatique, on ne fait jamais de vide parfait; qu'il y reste toujours un peu d'air, & que c'est à cette petite quantité d'air qu'on doit attribuer cette adhérence. Mais ce qui détruit cette objection, c'est que, dans de bonnes machines, on peut raréfier l'air jusqu'à ce que l'éprouvette ne soit qu'en-

viron un quart de ligne du niveau (1), & que la petite quantité d'air, qui répond à cette élévation du mercure, n'est pas capable de soutenir, avec le degré d'intensité qu'on y remarque, les deux plaques de glace, ni les deux balles de plomb, puisqu'elles supportent dans le vide un poids de beaucoup supérieur à la pression supposée de cette colonne d'air très-raréfié. Rien n'est plus facile que de faire cette comparaison, selon les différentes plaques & balles qu'on met en expérience; car on connoit leur diamètre, conséquemmenr leur surface, qui est nécessairement égale à la base de la colonne d'air qu'on suppose exercer sa pression; on connoît encore le poids d'un pied & d'un pouce cube de mercure, & par conséquent celui d'une ligne & d'un quart de ligne cube de mercure. Il sera donc aisé d'évaluer l'effort de la pression de cette colonne d'air qui soutient ce quart de ligne de mercure, & qui est absolument égale à ce poids. Mais le poids qu'on ajoutera pour séparer les deux plaques & les deux balles, excède de beaucoup celui qui répond à la pression correspondante des colonnes d'air raréfié qui pressent les plaques : avec des plaques de deux pouces de diamètre, je l'ai trouvé dix fois plus grand.

Qu'on ne dise pas qu'outre l'air très-raréfié qui se trouve dans le récipient d'une machine pneumatique dont on a fait le vide, il y a encore une matière subtile, un fluide très délié qui passe, avec la plus grande facilité, au travers des pores du récipient, & comprime les plans de glace l'un contre l'autre; car ce fluide subtile devroit traverser aussi aisément les pores des plans de verre, que ceux du récipient qui est de la même matière; dans ce cas, il ne pourroit exercer contre les plans une pression capable de les faire adhérer entr'eux.

De tout ce qu'on vient d'établir, on doit conclure, 1°. que l'attraction est la cause de l'adhérence des corps, puisque l'effet de la pesanteur de l'air étant supprimé, l'adhérence a encore lieu; 2°. que la pression d'un fluide extérieur, tel que l'air ambiant, augmente de beaucoup cette adhérence mutuelle des corps, comme on le voit dans l'expérience des hémisphères de Magdebourg. (*Voyez* HEMISPHÈRES DE MAGDEBOURG) dans celle des plaques de marbre polies, des plans de glace, des balles de plomb, &c. Si on veut mettre de la précision dans la manière d'évaluer ces sortes d'effets composés, il faut distinguer les causes qui les produisent, & nommer *adhérence proprement dite*, l'union des surfaces qui dépend de la force attractive; & *application des surfaces, pression des corps*, l'effet qui résulte de la pesanteur de l'air. Le premier effet doit être regardé comme provenant d'une cause intrinsèque, & le second comme le résultat d'un principe extérieur. *Voyez* les articles COHÉRENCE, ATTRACTION.

(1) Dans la machine pneumatique de M. Smeaton, l'air est mille fois raréfié, & néanmoins l'adhérence des plaques y est toujours respectivement très-grande.

Cette matière étant très-importante, continuons de l'examiner sous différens rapports; présentons quelques détails, afin d'éclaircir & de confirmer les vérités qu'on a établies. Si les surfaces qu'on applique les unes sur les autres, n'ont pas reçu un certain poli, le contact ne se faisant qu'en un petit nombre de points, à cause des aspérités des surfaces qui sont saillantes, le degré de cohésion sera très-foible; mais il augmentera si on a soin d'enduire les surfaces d'une matière fluide ou molle, qui remplisse les cavités que laissent entr'elles les aspérités. Cet effet est un équivalent du poli, puisqu'il augmente le contact, & que le nombre de points qui se touchent est alors incomparablement plus grand: aussi la force d'adhérence devient-elle, dans ce cas, bien plus considérable, comme la force attractive elle-même.

Plus les parties des corps mous ou fluides, dont on aura soin d'oindre les surfaces des corps qu'on veut faire adhérer, seront propres à se mouler entre les petites éminences des surfaces, à en remplir exactement les vides, plus aussi le contact sera grand, plus le nombre des petites forces attractives sera considérable, ainsi que l'adhérence totale qui en dépend, parce que les parties du fluide interposé seront attirées, soit entr'elles, soit par les parties des corps adhérens (1). Ces principes peuvent servir à expliquer l'effet des colles, des soudures, des mastics & des linimens quelconques.

Si les matières grasses, dont on se sert pour faire ces linimens, sont de diverse nature, la cohésion entre les mêmes surfaces sera différente. On en dira autant si le même liniment a été appliqué aux surfaces de différentes espèces de corps. La première proposition n'a pas besoin de preuve; car il n'est personne qui doute que les matières interposées ne soient plus propres, selon leur différente nature, à remplir les cavités qui sont entre les aspérités des surfaces, & que la cohérence ne dépende de la manière plus ou moins parfaite avec laquelle cette condition sera remplie, ainsi qu'on vient de le prouver dans le paragraphe précédent. Il suffit donc de démontrer ici la seconde proposition, en rapportant plusieurs expériences de Muschenbroeck sur cet objet.

Ces expériences ont été faites avec des cylindres de différentes matières, dont les diamètres étoient égaux entr'eux, chacun étant de 1,916 de pouces du Rhin; les surfaces circulaires étoient bien planes & polies jusqu'au brillant. Afin de leur communiquer un degré égal de chaleur, on les plongea dans l'eau bouillante. Après les avoir bien essuyées, on enduisit aussi-tôt leurs surfaces avec de la graisse de bœuf, qui dut s'insinuer un peu dans les pores dilatés par la chaleur préparatoire. Ensuite on appliqua successivement deux de ces cylindres de même nature par leurs surfaces; &, après les avoir mis

(1) Pour que cette dernière condition ait lieu, il faut que la couche de fluide ou de matière molle interposée n'ait pas trop d'épaisseur.

circulairement sur eux-mêmes, afin d'en chasser l'air interposé & l'excès de liniment qui seroit nuisible, on les laissa refroidir pendant vingt-quatre heures, au bout desquelles il fallut employer, pour les séparer, les poids dont les valeurs sont exprimées dans la table suivante.

LES CYLINDRES	ADHÉRENCE	*Le poids de l'atmosphère étant supprimé.*
de verre, . .	130 liv.	89 liv.
de similor, . .	150	109
de cuivre jaune,	200	159
d'argent, . . .	125	84
d'acier trempé, .	225	184
de fer mou, . .	300	259
d'étain, . . .	100	59
de plomb, . .	275	231
de zinc, . . .	100	59
de bismuth, . .	150	109
de marbre blanc,	225	184
de marbre noir,	230	189
d'ivoire, . . .	108	67

En considérant cette table, on voit que deux cylindres de verre, par exemple, de même surface, un jour après avoir été enduits de graisse, ont adhéré entr'eux avec une force de 130 livres, puisqu'il a fallu employer un poids de cette valeur pour les séparer. Mais comme la pesanteur de l'air, qui, dans cette circonstance, étoit d'environ 41 livres, a contribué, par sa pression, à appliquer ces surfaces l'une contre l'autre, il s'ensuit qu'il faut retrancher la valeur du poids de l'air, pour estimer avec précision la force d'adhérence. C'est ce qu'on a fait dans la troisième colonne, où on voit 89 livres, excès de 130 sur 41. La force d'adhérence de deux cylindres de verre, du diamètre désigné ci-dessus, doit donc être évaluée à 89 livres pesant. Cette explication supposée, il sera aisé de comparer entr'elles les différentes forces d'adhérence, des divers cylindres contenus dans la table.

On observera que si l'enduit de matière grasse est trop épais, l'adhérence est moins forte, parce qu'alors elle n'est que le produit de l'attraction des parties de la graisse entr'elles. Si, au contraire, cet enduit est léger, mais suffisant pour remplir les intervalles qui sont entre les éminences, l'adhérence est le résultat de l'attraction des parties de l'enduit entr'elles, de l'attraction des aspérités, soit entr'elles, soit avec les molécules de l'enduit. On remarquera encore que si les cylindres mis en expérience ne sont pas tirés selon une direction perpendiculaire, comme nous l'avons supposé dans les expériences précédentes, mais dans une direction parallèle à leurs surfaces, ils pourront être séparés par une force de beaucoup moindre que celle qui a été assignée, & seulement égale à celle qui est suffisante pour vaincre le frottement de ces surfaces. *Voyez* l'article FROTTEMENT.

Nous avons dit précédemment qu'on avoit échauffé tous les cylindres par le moyen de l'eau bouillante; cette chaleur étant beaucoup inférieure à celle de la graisse bouillante, Muschenbroeck imagina de les tremper dans cette matière, pour connoître les nouveaux résultats qu'on pourroit obtenir. L'expérience montra la réalité de ses conjectures. Les pores des surfaces ayant été plus dilatés par une chaleur supérieure, & la graisse étant mieux fondue & plus profondément insinuée dans les cavités formées par les différentes aspérités, les points de contact furent plus multipliés, ainsi que les forces attractives; & la cohérence augmenta dans la même proportion.

EES CYLINDRES	ADHÉRENCE	*Le poids de l'atmosphère étant déduit.*
de verre, . .	300 liv.	259 liv.
de similor, . .	800	759
de fer, . . .	950	909
de cuivre jaune,	850	809
d'argent, . . .	250	209
de marbre blanc,	600	559

En comparant cette table à la précédente, on verra que l'adhérence, dans le premier cas, étoit de 130 livres, & dans le second de 300; & qu'après avoir retranché, de part & d'autre, le poids de la colonne d'air qui est 41, il restera 89 & 259 pour l'adhérence proprement dite, & ainsi des autres. De ces expériences on ne peut s'empêcher de conclure que la température de l'atmosphère a une influence marquée sur l'adhérence des surfaces, principalement quand elles ont été enduites.

Rien n'est plus aisé que de varier ces sortes d'expériences, en les faisant avec des enduits froids, ou à différens degrés de chaleur intermédiaires entre ceux qui ont été employés ci-dessus, en se servant de divers liquides gras ou non-huileux, en les combinant entr'eux de différentes manières, &c, en les pressant plus ou moins, en les laissant plus ou moins refroidir. Muschenbroeck (*tom. II, pag. 68*) rapporte quelques-unes de ces variétés. Les graisses, la cire, la poix interposées restant encore liquides, la cohésion est moins forte que lorsque ces matières ont eu le temps de se refroidir & de se durcir; les graisses qui se durcissent peu par le refroidissement, comme la graisse humaine, par exemple, ne produisent qu'une foible adhésion.

On ne sauroit cependant disconvenir que, dans les expériences dont nous venons de parler, il n'y ait un effet qui dépend du frottement des parties. La plupart des surfaces des corps, quelque polies qu'elles soient, sont hérissées d'aspérités & conséquemment de cavités. Lorsque deux surfaces sont appliquées l'une sur l'autre, plusieurs aspérités s'engrènent dans les cavités, & contribuent, par l'espèce de frottement qui en résulte, à retenir adhérentes les surfaces des corps. Ainsi le frottement des aspérités est une des causes de l'adhérence des

surfaces des corps. Il en est, à plus forte raison, de même lorsqu'on emploie des graisses & autres linimens. Leur insertion augmente le frottement, & l'engrenage réciproque des parties.

Quoique, dans ces cas, le frottement dont nous venons de parler, augmentant les points du contact, augmente aussi la somme des forces attractives, & que, sous ce rapport, on puisse dire que l'effet d'adhérence produit par le frottement, dépende de l'attraction; cependant il y a encore un effet qui ne dépend que de l'engrenage des parties: or, ce dernier effet est celui du frottement proprement dit, & qu'on ne peut évaluer.

Un morceau de glace taillé en rond, de deux pouces & demi de diamètre, & suspendu par un crochet mastiqué sur la surface supérieure, étant mis en équilibre à l'un des bras d'une balance, si on fait ensuite descendre cette glace jusqu'à ce qu'elle touche immédiatement la surface du mercure que contient un vase placé au-dessous, on observera qu'en ajoutant successivement plusieurs poids dans le bassin opposé de la balance, jusqu'à ce qu'il en ait assez pour détacher la glace & vaincre l'adhésion; on observera, disons-nous, que cette glace tiendra encore à neuf gros, & qu'elle sera emportée par dix-huit grains de plus.

Cette force ainsi déterminée, dit M. de Morveau, je néglige les dix-huit grains; l'appareil étant porté sous le récipient de la machine pneumatique, je pompe l'air jusqu'à ce que la colonne suspendue dans la jauge soit entièrement suspendue; & néanmoins la glace continue d'adhérer au mercure du vase, & de soutenir, par cette adhésion, les neuf gros qui chargent l'autre bras de la balance. Ici on néglige les dix-huit grains.

Selon les expériences qu'a faites ce savant, il résulte qu'un morceau de glace de deux pouces & demi de diamètre, adhère

au mercure, avec une force égale à . 756 grains,
à l'huile de tartre par défaillance, . . 210
à l'eau, ... 258
à l'huile d'olive, ... 192
à l'esprit-de-vin, ... 162

un morceau de suif de pareil diamètre adhère

à l'eau, ... 334
à l'huile de tartre, ... 294
à l'huile d'olive, ... 280
à l'esprit-de-vin, ... 226

Les expériences suivantes du même ont été faites avec des plaques rondes de différens métaux, toujours d'après les principes du docteur Taylor, & il a trouvé que

l'or adhère au mercure avec une force de . . . . 446 grains,
l'argent, ... 429
l'étain, ... 418
le plomb, ... 397
le bismuth, ... 372
le zinc, ... 204
le cuivre, ... 142
l'antimoine, ... 126
le fer, ... 115
le cobalt, ... 8

De ces dernières expériences, M. de Morveau a cru pouvoir en déduire que l'adhésion des corps aux liquides est en raison de leur affinité de dissolution.

M. Achard a fait aussi un grand nombre d'expériences de la même espèce. Après avoir d'abord cherché la force d'adhésion de l'eau au verre, à différentes températures, il a remarqué que l'adhésion étoit en raison inverse de la température. Ce savant a fait ensuite des expériences sur l'adhésion du verre de différens diamètres à plusieurs liquides, & sur l'adhésion de vingt substances différentes avec vingt liquides. Tous ces résultats, à quelques petites anomalies près, paroissent s'accorder assez bien avec la supposition de M. de Morveau, que l'adhésion est en raison de l'affinité de dissolution.

Les expériences des solides facilement solubles, étant absolument nécessaires pour vérifier l'opinion de M. de Morveau, ce savant les a répétées, & a trouvé que l'adhésion de la pierre calcaire à l'eau étant 100, celle de la même pierre à l'acide sulfurique (vitriolique) étoit 99, à l'acide nitrique 97, à l'acide acéteux 98: mais cette adhésion, dans les trois dernières expériences, étoit diminuée par le dégagement des bulles d'air, pendant l'action des acides sur le marbre. Il a cherché ensuite à déterminer cette force de soulèvement, en chargeant successivement le morceau de marbre, & il employa ainsi jusqu'à 45 grains, ce qui lui fit croire que la force d'adhésion du verre à l'acide nitrique étoit de 168 grains, au lieu de 97.

M. du Tour a fait, après les expériences de M. de Morveau & de M. Achard, des expériences analogues, pour vérifier l'opinion du docteur Taylor sur l'adhésion. La plupart de ces expériences ont été faites par immersion, c'est-à-dire, en plongeant un corps en équilibre, & déterminant la force avec laquelle il tente à s'enfoncer. M. du Tour a déduit de ses expériences, imprimées dans le journal de physique, tomes 15, 16 & 19, que la méthode indiquée par le docteur Taylor, pour déterminer l'adhérence, n'est appliquable que lorsque les corps solides ne sont point mouillés par les liquides. Il pense, 1°. qu'il y a inégalité dans les résultats; 2°. que la pression de l'atmosphère y exerce une action sensible; 3°. que lorsque le solide mouille, ce n'est point la cohésion du solide au liquide qui est mesurée, mais la cohésion dans les parties même du liquide. M. Besile est de cette dernière opinion. M. de Morveau examine les raisons d'après lesquelles M. du Tour fait ces trois objections à la méthode du docteur Taylor; il combat, il développe & explique la cause des anomalies qui se trouvent dans ces expériences, & conclut que ces anomalies même prouvent que la loi de l'adhésion est générale & constante, & que, jusqu'à présent, l'examen scrupuleux de M. du Tour n'a fait qu'ajouter aux preuves de cette vérité, &c.

M. du Tour établit l'effet sensible de la pression de l'atmosphère sur cette expérience, & beaucoup d'autres analogues. « Un disque de glace de 12 lignes de diamètre, percé au milieu d'un trou de $7\frac{1}{4}$ lignes, adhère à l'eau avec une force de 33 grains; si l'on couvre la partie vuide ou qu'on colle sur cette couronne un disque plein de même diamètre, la résistance à la séparation sera de 48 grains, c'est-à-dire, qu'elle exigera absolument le même effort que le disque plein. » Mais M. de Morveau prouve que dans ce cas & dans les semblables, les verres taillés en couronne ont de plus que le disque plein, un bord intérieur circulaire qui attire l'eau, & auquel le fluide adhère par la même raison & de la même manière qu'au bord extérieur. Lorsqu'on soulève cette couronne, & que la colonne d'air intérieure n'a pas de communication avec l'atmosphère, il se fait un vide dans l'intérieur, qui doit contribuer à soulever l'eau, & à augmenter la force d'adhésion..... *Voyez* le dictionnaire de chimie & annales de chimie.

L'art des soudures n'est que celui de faire adhérer entr'elles plusieurs substances métalliques; telles que du plomb, de l'étain, du cuivre, de l'argent, &c. Pour cet effet, on emploie de la soudure qui ordinairement n'est autre chose qu'un composé de plomb & d'étain mêlés ensemble, selon différentes proportions; on interpose la soudure entre les deux pièces à unir, après les avoir chauffées, & on fait fondre la soudure avec un fer chaud ou autrement, afin qu'elle puisse s'insinuer dans les pores dilatés des surfaces métalliques qu'on se propose de souder, c'est-à-dire, de joindre ensemble, d'une manière durable.

Lorsqu'on colle ensemble, par exemple, deux morceaux de bois, on ne fait que produire une adhérence entre leurs surfaces par l'intermède d'une matière glutineuse interposée. Tantôt on emploie à chaud la colle forte; tantôt à froid la colle de farine ou la gomme dissoute dans l'eau: mais, dans tous ces cas, la matière de la soudure & celle de la colle s'insinuent dans les cavités & les pores des surfaces qu'on se propose de joindre, augmente les points de contact, multiplie les points d'attraction, & l'adhérence qui en résulte. Des détails sur l'art de coller, sur celui de la soudure, sur l'emploi du borax dans cette dernière opération, &c. &c., ne sont point directement de l'objet de la physique: ainsi, nous n'entrerons dans aucun détail sur ce sujet. Nous en disons autant des méthodes de faire les différentes espèces de ciment qu'on emploie. Le ciment, à notre avis, n'est qu'une manière de souder principalement les pierres, soit entr'elles, soit avec le fer, &c.; c'est toujours un moyen de produire de l'adhérence; 1°. en chassant l'air interposé entre deux surfaces, & procurant, par ce moyen, la pression de l'atmosphère sur les surfaces opposées; 2°. en augmentant les points de contact & l'attraction des parties, d'où résulte une double adhérence. Comme il peut être utile aux physiciens de connoître des moyens simples de cimenter ou mastiquer des morceaux de glace, de crystal, de verre, &c. qui se cassent souvent dans des cabinets de physique, nous allons donner ici un procédé simple & facile & également efficace pour réunir deux morceaux de verres cassés; il faut battre, pendant quelques minutes, un ou deux blancs d'œuf, avec une spatule, le mêler ensuite avec de la chaux vive bien pulvérisée, en mettre sur les bords de la fracture, unir les pièces en les pressant fortement, ôtez le mastic surabondant, & laissez sécher pendant quelque temps. J'ai éprouvé plusieurs fois la bonté de cette espèce de mastic qui réussit d'autant mieux, que le verre a plus d'épaisseur. La force d'adhérence est très grande dans la glace & dans le crystal factice. *Voyez* ALLIAGE, SOUDURE.

Pour rompre l'adhérence qui règne entre les différentes molécules des corps, on peut employer trois moyens principaux; 1°. celui de diviser les corps en parties plus ou moins tenues par des opérations mécaniques; 2° celui de diviser ou éloigner les molécules l'une de l'autre, par le secours des dissolvans; 3°. le dernier moyen consiste à présenter aux divers principes de ces mêmes corps, des substances qui aient plus d'affinité avec eux, qu'ils n'en ont même entr'eux.

ADHÉRENCE ÉLECTRIQUE. Cette expression est moins usitée que celle de COHÉSION ELECTRIQUE, c'est pourquoi nous renvoyons à ce dernier article.

ADHÉSION & ADHÉRENCE sont deux mots synonymes, *Voyez* ADHERENCE où ce qui a rapport à cette matière a déjà été traité.

ADJACENT. On dit quelquefois en physique, *les corps adjacens à un autre corps*, pour dire, *les corps voisins*.

ADOUCIR; c'est ôter les aspérités des surfaces principalement des métaux; on se sert encore de ce terme, pour désigner l'action d'enlever les traits que la poudre a faits au diamant, en le travaillant sur la roue de fer.

AÉRIENNE, PERSPECTIVE. La perspective aérienne est une illusion d'optique qui change l'apparence des couleurs, des jours & des ombres dans les objets, suivant les différens degrés de leur éloignement. La perspective linéaire consiste dans le changement du contour. *Voyez* l'article PERSPECTIVE.

AÉRIENNE, NAVIGATION. *Voyez* BALLON AÉROSTATIQUE.

AÉROPHOBIE. On a donné ce nom à la crainte que quelques personnes ont de l'air frais, comme un hydrophobe redoute l'eau. Franklin dit, dans une de ses lettres: « J'ai été moi-même attaqué autrefois

autrefois de cette *aérophobie*, autant que je mets maintenant de prix à l'air froid, dont je ne crains plus les effets prétendus dangereux. Je le considérois autrefois comme un ennemi, & je fermois avec un soin extrême toutes les fentes des chambres que j'habitois : l'expérience m'a convaincu de mon erreur ; je regarde maintenant l'air frais comme ami de la santé. « On doit être persuadé qu'aucun air du dehors n'est jamais aussi mal sain que l'air qui est en dedans d'une chambre bien close, qui a été souvent respiré & non changé. *Voyez* AIR *relativement à l'économie animale.*

AÉROLOGIE ; on appelle ainsi la science qui traite de l'air, de ses propriétés & de ses qualités. *Voyez* AIR.

AÉROMANTIE ; divination faite par le moyen de l'air & l'inspection des phénomènes qui arrivent dans l'atmosphère, tels que le tonnerre, les aurores boréales, &c. L'aéromantie proprement dite, est une superstition, qu'on ne doit point confondre avec les connoissances que donne la MÉTÉOROLOGIE. *Voyez* ce mot & celui de PRONOSTIC.

AÉROMÉTRIE *ou* AIROMÉTRIE. C'est la partie de l'aérologie qui s'occupe principalement des loix des propriétés de l'air qui sont susceptibles de démonstrations géométriques, telles que les loix de la *pesanteur*, de *l'élasticité*, de la *condensation*, de la *raréfaction* & du *mouvement* de l'air, &c. *Voyez* ces articles & celui de l'AIR.

AÉROSPHÈRE. Quelques physiciens ont pensé que les atmosphères des planètes n'étoient que l'éther condensé autour de ces corps célestes, par la gravitation, & que les différences de densité, de transparence & de vertu réfringente de ces atmosphères sont produites par celles des masses des planètes, & par la nature & la quantité des vapeurs qui s'en élèvent. Dans cette hypothèse, la lune n'auroit pas une atmosphère proprement dite, mais elle seroit environnée d'une *aerosphère* ; c'est-à-dire d'une sphère d'*air* pur, d'une enveloppe d'air condensé (car l'air & l'éther, selon ces physiciens, sont une seule & même substance différemment modifiée), dans laquelle il ne s'élèveroit point de vapeurs, la lune leur paroissant être un corps sec, sans mer ni rivières.

AÉROSTAT. *Voyez* BALLON AÉROSTATIQUE, c'est à ce mot qu'on a traité avec une étendue suffisante, ce qui regarde les aérostats, les montgolfières, les globes aérostatiques.

AFFINITÉ. Ce terme, qui anciennement ne désignoit qu'une qualité occulte & un mot vuide de sens, est consacré par les modernes pour exprimer la tendance ou force attractive que les parties constituantes & intégrantes des corps ont réciproquement pour s'unir & pour résister après leur union à tout effort propre à les séparer. L'affinité ne diffère donc point de l'attraction mutuelle qui règne entre toutes les parties de la matière : celle-ci est un fait général bien prouvé, un effet constant d'une loi universelle qui maîtrise tous les corps & toutes leurs parties, quelque petites qu'elles puissent être. *Voyez* les articles ATTRACTION, ADHÉRENCE, COHÉRENCE, AGGRÉGATION, PARTIES CONSTITUANTES, PARTIES INTÉGRANTES.

Quoiqu'il n'y ait qu'une seule cause de l'affinité, savoir, la force attractive qui se modifie suivant les différentes circonstances dans lesquelles elle agit, quelques auteurs ont distingué plusieurs sortes d'*affinité* : *l'affinité simple* & *l'affinité compliquée*. La première se divise en *affinité d'aggrégation*, qui est la tendance qu'ont les parties intégrantes & homogènes d'un même corps à s'unir & à cohérer ensemble, & en *affinité de composition*, ou tendance à unir les parties constituantes & hétérogènes de corps de différente nature.

Dans l'*affinité simple*, il n'y a de tendance qu'entre deux substances homogènes ou hétérogènes ; mais dans l'*affinité compliquée*, on observe la disposition à s'unir & à cohérer dans plus de deux substances hétérogènes, par exemple, de trois, de quatre, &c. Supposons d'abord que deux principes étant déjà unis, il en survienne un troisième qui ait avec eux une affinité égale à celle qu'ils ont entr'eux, il en résultera un composé de trois principes. Si ce troisième principe qui survient, n'a aucune affinité avec un des deux principes déjà unis, mais avec l'autre principe une affinité égale à celle dont ces deux principes jouissent entr'eux, il y a toujours un phénomène de composition ; les deux principes qui n'ont aucune affinité entr'eux seront unis par le moyen ou l'intermède du troisième, & cette affinité portera le nom d'*affinité d'intermède*. Les deux principes du *foie de soufre* sont le soufre & l'alkali fixe combinés ensemble ; le soufre n'a aucune affinité avec l'eau, mais l'alkali fixe qui en a une avec l'eau & avec le soufre peut s'unir avec l'un & l'autre, & servir ainsi de lien ou d'intermède pour les unir & former ainsi un composé de trois principes.

Mais si le troisième principe survenu, dont nous venons de parler, n'a point d'affinité avec un des deux principes, & a de plus, avec l'autre principe, une affinité beaucoup supérieure à celle que les deux principes, d'abord unis, ont entr'eux, le troisième principe survenu, s'unissant avec l'un, obligera l'autre à se séparer & à se précipiter ; c'est pourquoi on a nommé cette affinité, *affinité de composition par précipitation*. On en a un exemple, en mêlant de l'alkali dans une dissolution de matière métallique, faite par un acide ; l'alkali, par la supériorité de son affinité avec l'acide, s'unit à lui, & en sépare & précipite le métal.

L'affinité réciproque aura lieu si le principe

précipité fait à ſon tour tomber en précipitation celui qui avoit détruit la première union ; effet qui réſulte de pluſieurs circonſtances particulières à l'opération qui favoriſent tantôt un principe & tantôt l'autre.

Si quelqu'un déſire de plus grands détails ſur ces ſortes de diviſions, il peut avoir recours au dictionnaire de chimie de l'illuſtre Macquer. Nous obſerverons cependant que ces ſortes de diviſions ne préſentent point des eſpèces différentes d'affinités, qu'il n'y en a qu'une, modifiée ſelon les diverſes circonſtances dans leſquelles elle agit, il n'y a point de petites loix particulières pour les affinités ; toutes celles que l'on a aſſignées ne ſont que les effets d'une ſeule loi générale, celle de l'attraction univerſelle proportionnelle, & réciproque de toutes les parties de la matière. Les loix des affinités, dit M. de Buffon, ſont les mêmes que la loi générale par laquelle les corps céleſtes agiſſent les uns ſur les autres ; & ces attractions particulières ne varient que par l'effet des figures des parties conſtituantes, parce que cette figure entre comme élément dans la diſtance. Cette belle idée, ſelon M. Morveau, démontre en quelque ſorte, ce qu'elle explique ; elle indique la route à ſuivre pour parvenir à calculer les affinités, comme la marche des aſtres, & ouvre une carrière immenſe de connoiſſances nouvelles dans la détermination des figures des parties conſtituantes. M. Morveau s'eſt attaché à rapporter à cette théorie lumineuſe, tous les phénomènes de la diſſolution & de la cryſtalliſation dans ſes *diſgreſſions académiques. Voyez* auſſi ſon dictionnaire de chimie qui fait partie de l'encyclopédie par ordre des matières.

On ſera bientôt convaincu de ce que nous venons de dire, que les différentes diviſions d'affinité, rapportées plus haut, ne ſont qu'une ſeule & même affinité ; car que deux molécules homogènes ou hétérogènes s'attirent & s'uniſſent, qu'elles aient entr'elles une force de cohérence plus ou moins grande ; que l'une attire plus fortement une autre molécule que celle-ci n'eſt attirée par une troiſième, &c. il en réſultera ſeulement que l'attraction ſera univerſelle, réciproque & proportionnelle aux points du contact, leſquels peuvent varier dans une même opération. Sous ce rapport, peut-être que ces différentes diviſions ſont moins importantes qu'on ne le penſe communément.

Nous ajouterons encore que lorſqu'on dit qu'il n'y a aucune affinité entre deux ſubſtances, on doit entendre cela d'une affinité beaucoup moindre que d'autres avec leſquelles on la compare, car il y a affinité entre toutes les parties quelconques de la matière ; & cette affinité, de beaucoup inférieure, n'eſt telle qu'à cauſe d'une plus grande diſtance qui dépend de la figure des molécules ; l'attraction eſt alors ſi foible, & ſon effet ſi peu ſenſible, qu'on eſt tenté de croire qu'il n'y en a point, ſur-tout relativement à d'autres corps où elle eſt très-ſupérieure.

Rien ne ſeroit plus utile que de connoître les différens degrés d'affinité de tous les corps de la nature combinés entr'eux deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, cinq à cinq, & ainſi de ſuite ; on pourroit, pour ſoulager la mémoire, les nommer affinité du premier ordre, affinité du ſecond ordre, du troiſième ordre, du 4e, du 5e, &c. Mais la chimie eſt bien éloignée de ce point de perfection. Il s'en faut même de beaucoup qu'on connoiſſe les affinités de tous les corps combinés deux à deux. Néanmoins on a formé des tables d'affinité des principales ſubſtances, celles qui ſont le plus en uſage. M. Geoffroi eſt le premier qui a eu l'idée de préſenter, dans un tableau très-court, les effets des principales combinaiſons & décompoſitions. M^{rs}. Rouelle, Gellert & pluſieurs autres, ont rectifié & augmenté cette table : quoiqu'elle ait beſoin d'être encore beaucoup perfectionnée, elle eſt néanmoins très-utile.

Un des modernes qui a le plus étendu cette ſcience des rapports, & déterminé les affinités d'un plus grand nombre de ſubſtances, eſt le célèbre Bergman. On peut conſulter ſes *opuſcules de phyſique & de chimie*, & ſon *Traité des attractions électives* ; c'eſt ainſi qu'il nomme les affinités chimiques, & on y verra que le travail conſidérable qu'il a fait ſur cette matière, a exigé plus de trente mille épreuves. Cet illuſtre chimiſte a nommé l'affinité chimique, *attraction électrique*, parce qu'en effet elle ſemble annoncer une ſorte d'élection ou de choix entre les différens corps qu'on veut unir, paroiſſant préférer les uns aux autres.

M. Lavoiſier penſe que cette partie de la ſcience qui traite des affinités chimiques ou attractions électives, quoique pluſieurs ſavans aient déja raſſemblé une multitude de faits, manque des données principales, ou du moins que celles que nous avons, ne ſont ni aſſez préciſes, ni aſſez certaines pour devenir la baſe fondamentale ſur laquelle doit repoſer cette partie importante de la chimie.

AFFLUENCES. Quoique ce mot ſoit propre à déſigner les émanations d'une matière quelconque, qui, partant d'un endroit, viennent aboutir à un corps, cependant il a été principalement conſacré, par M. l'abbé Nollet, à déſigner les courans de matière électrique qui, ſortant de tous les corps environnans, aboutiſſent à un corps qui ſe trouve dans un état actuel d'électricité. Les *effluences*, au contraire, ſont des courans de matière électrique qui s'échappent de tous les côtés d'un corps électriſé, & ſe répandent dans tous les corps environnans. Les affluences & les effluences ont donc des directions oppoſées, puiſque les premières tendent au corps électriſé, & les ſecondes en ſortent ; celles-là pouſſent les corps légers vers le corps électriſé, & celles-ci les en éloignent. C'eſt de cette manière que M. l'abbé Nollet explique les attractions & les répulſions électriques ; & c'eſt pour cet effet qu'il les a

rendues ſimultanées, prétendant que le même corps électriſé, dans le même inſtant, préſentant des attractions & des répulſions, il falloit néceſſairement que les affluences & les effluences euſſent lieu en même temps, parce que les cauſes devoient être ſimultanées comme les effets. *Voyez* les mots EFFLUENCES, ATTRACTION ÉLECTRIQUE, ÉLECTRICITÉ.

Les *affluences* ſont deſtinées, dans le ſyſtême de l'abbé Nollet, à réparer les pertes qu'un corps électriſé fait par ſes *effluences ;* lançant de tous côtés des courans de fluide électrique, il ſeroit bientôt épuiſé, & dans l'impoſſibilité de fournir continuellement de nouvelles émanations, ſi des torrens de fluide électrique ne venoient de toutes parts remplacer ce qu'il a perdu. Ces ruiſſeaux affluens viennent non-ſeulement de tous les corps environnans, mais encore de l'air ambiant. Le corps électriſé doit être, dans ce cas, conſidéré comme le centre d'une ſphère, auquel tend une infinité de rayons ou ruiſſeaux de *matière affluente.*

Les électriciens modernes n'admettent point la ſimultanéité de ces courans affluens & effluens, quoiqu'ils ne rejettent point les *affluences* & *effluences ſucceſſives ;* car dans l'électricité poſitive, ſelon eux, le fluide électrique ſort des corps électriſés, & dans le cas de l'électricité négative, le fluide électrique tend au corps électriſé : cette différence eſt eſſentielle.

Les partiſans du ſyſtême de l'abbé Nollet ne doivent pas ſe contenter de prouver que la matière électrique eſt quelquefois affluente & d'autres fois effluente ; il faut, pour établir leur opinion, qu'ils démontrent que ces deux matières exiſtent en même temps ; que ces deux courans ſont ſimultanés ; que dans un corps électriſé poſitivement, *v. g.* il y a, outre les effluences, une affluence continuelle de matière électrique, pendant tout le temps que dure l'électriſation.

Voici les preuves que M. l'abbé Nollet donne de cette affluence ſimultanée. Si on préſente, dit-il, au globe qu'on électriſe, un conducteur quelconque, on appercevra dans l'eſpace intermédiaire des aigrettes lumineuſes, compoſées de rayons plus rapprochés du côté du corps conducteur, & plus épanouis du côté du globe de verre. Or, ces rayons divergens viennent, ſelon lui, des corps conducteurs qu'on préſente au globe, ce qu'il prouve, 1°. par les expreſſions de quelques auteurs qui ont écrit dans les premières années où les expériences d'électricité commençoient à être connues, & qui croyoient voir le courant électrique ſortir des corps conducteurs préſentés au verre électriſé ; 2°. par quelques expériences qu'il expliquoit d'une manière favorable à ſon idée, quoique réellement on ne pût en tirer la concluſion qu'il déſiroit en déduire.

Ces expériences ſont, 1°. celles du petit ſouffle que reſſent à ſa main une perſonne électriſée, tandis qu'on préſente à cette même main le doigt d'une perſonne non-électriſée ; il penſe que du doigt de celle-ci ſort une matière affluente : 2°. celle de l'aigrette qui s'élance du même doigt à une diſtance moindre : 3°. par l'étincelle qui, ſelon lui, s'élance de ce même doigt, placé plus près : 4°. par l'inflammation de l'eſprit-de-vin, occaſionné par l'étincelle qui paroît s'échapper du même doigt : 5°. par l'odeur de phoſphore que le corps non-électriſé & non-iſolé, ſemble exhaler.

Mais ces expériences ne ſont point déciſives, & on ne peut en tirer la conſéquence que des corps non-électriſés ſoient continuellement des effluves ou courans électriques qui ſe portent vers les corps qui ſont dans un état actuel d'électricité : car le petit ſouffle qu'on éprouve à une main électriſée, dans la ſuppoſition précédente, peut être auſſi bien l'effet du fluide qui s'échappe de la main électriſée, vers le doigt non-électriſé ; l'effet ſera abſolument le même, les ſenſations ſeront entièrement ſemblables dans l'une & l'autre hypothèſe ; les ſens ſeront également affectés, ſoit que le fluide parte de la main électriſée au doigt qui ne l'eſt pas, ſoit que ce fluide ait une direction contraire. L'impreſſion ſera toujours celle d'un fluide qui ſort ou qui entre, & jamais nos ſens ne ſeront aſſez délicats pour diſtinguer l'un de l'autre : ainſi cette expérience n'eſt point péremptoire.

Nous en diſons de même de l'aigrette qui paroît s'élancer du doigt non-électriſé, & qui peut y tendre au contraire ; elle peut être auſſi bien un effet de la matière électrique qui s'échappe de pluſieurs points de la main & ſe porte à un ſeul point du doigt non-électriſé ; qu'un effet de ce fluide électrique s'élançant d'un point du doigt à pluſieurs points de la main ; car, en ſuppoſant que ces deux hypothèſes euſſent lieu ſucceſſivement, il ſeroit impoſſible à l'œil le plus fin de diſtinguer l'une de l'autre dans la réalité, & de voir clairement quelle eſt celle qui a commencé à exiſter à cauſe de la grande rapidité avec laquelle le fluide électrique ſe meut ; rapidité, qui eſt ſi grande, qu'il n'y a pas d'inſtant diſcernable entre celui pendant lequel l'aigrette part, & celui où elle arrive. On doit en dire autant de l'étincelle qui éclate entre la main & le doigt.

L'eſprit-de-vin eſt également enflammé par l'étincelle, ſoit que celle-ci vienne du doigt ou de la main. Il en eſt de même de l'odeur de phoſphore qui ſe fera de même ſentir que l'objet préſenté, ſoit électriſé, ou bien que ce ſoit le ſujet auquel on préſente l'objet ; la différence des états eſt toujours la même. Quant aux expreſſions employées par quelques auteurs, il ſuffit de répondre qu'ils auroient parlé différemment, s'ils avoient connu les nouvelles expériences des phyſiciens électriſans modernes.

M. l'abbé Nollet prétend encore que ſouvent on voit un tube de verre frotté, ou un conducteur électriſé, attirer & repouſſer des corps légers en même temps par des points oppoſés & par les mêmes

points, par exemple, qu'un conducteur électrisé attirera des feuilles d'or qu'on lui présentera, tandis qu'il repoussera de la poussière de bois, du son ou de la farine, dont on l'auroit couvert. Ce double effet, qui arrive simultanément, vient de ce que par la loi générale qui est établie, les corps électrisés attirent ceux qui ne sont pas électrisés & repoussent ceux qui le sont : or, comme en même temps un corps léger peut être électrisé & un autre ne l'être pas, à quelque distance du conducteur qui est dans un état actuel d'électrisation, il s'ensuit que les deux parties de cette loi peuvent avoir lieu, sans qu'il soit nécessaire de supposer deux courans électriques opposés qui soient des causes mécaniques des attractions & des répulsions.

Les écoulemens des liqueurs par des tubes capillaires pourront souffrir une accélération, lorsqu'on les présentera seulement à un corps électrisé, par un effet de l'attraction ou de la répulsion qui ont également lieu, soit que les tubes soient électrisés, soit qu'ils ne le soient aucunement, puisque dans les deux cas il y a attraction ou répulsion. Si le vase, terminé par des tubes capillaires, & plein de liqueur, est électrisé, l'écoulement est accéléré directement par un effet de la répulsion électrique & accidentellement par celui de l'attraction des corps environnans. Si le vase est simplement présenté à un corps électrisé, l'accélération vient de l'attraction électrique exercée par le corps électrisé.

Si, entre deux pointes dont l'une est électrisée & l'autre ne l'est pas, on voit deux cônes de lumière qui se joignent par leurs bases, on ne doit pas en conclure que le fluide électrique sort de toutes les deux, comme le prétend l'abbé Nollet. Il sort de la pointe électrisée, & il entre dans la pointe non-électrisée, parce qu'il est de la nature des fluides, & principalement de celle du fluide électrique, de se mettre en équilibre & de se communiquer des corps où il est surabondant à ceux qui en sont privés, ou qui en ont une moindre quantité : ainsi cette expérience n'est pas plus concluante que les précédentes.

Il en est de même de l'expérience du cercle de fer, concentrique au conducteur électrique, dans laquelle l'un & l'autre sont garnis de petites houppes de fil ou de filasse. Si l'on voit tous les fils du premier converger vers le conducteur, & ceux du conducteur en diverger sensiblement, c'est que, dans ce second cas, la répulsion électrique produit la divergence de tous ces fils ; & dans le premier cas l'attraction que le conducteur exerce sur les fils du cercle, oblige l'extrémité libre de chacun de ces fils de se porter vers le conducteur : double effet qui s'explique facilement par l'attraction & la répulsion électrique, sans avoir recours aux affluences & aux effluences simultanées.

AFFLUENTE; *matière affluente*. Voyez AFFLUENCES & EFFLUENCES.

AGACEMENT. C'est une impression désagréable que les acides, comme les fruits verts, & autres semblables, produisent sur les dents. L'agacement se fait plutôt dans les gencives, que dans les dents mêmes : si l'on frotte les gencives avec quelques acides, on éprouve le même sentiment désagréable

AGE DE LA LUNE. Par cette expression on entend ordinairement, non le temps qui s'est écoulé depuis la formation de la lune, & qui seroit de six mille ans avant l'ère chrétienne, ainsi que pour les autres astres ; mais le nombre de jours écoulés depuis la dernière nouvelle lune. Trouver l'âge de la lune, c'est donc connoître le nombre de jours qui ont eu lieu depuis que la lune étoit nouvelle.

Plusieurs auteurs donnent la méthode suivante qui est très-défectueuse. « Pour trouver ce nombre de jours, dit-on, il faut ajouter ensemble trois choses : 1°. l'épacte (Voyez ÉPACTE.) : 2°. le quantième du mois où l'on est : 3°. le nombre des mois écoulés depuis mars inclusivement, jusqu'au mois proposé aussi inclusivement. Si la somme de ces trois nombres n'excède pas 29, elle désigne *l'âge de la lune*. Si elle excède ce nombre, on retranche de cette somme 29 jours pour les mois qui n'ont que 30 jours ; parce qu'alors le mois de la lune est de 29 jours ; mais on retranche 30 jours dans les mois qui ont 31 jours, le mois lunaire étant alors de 30 jours. Le reste de cette soustraction désigne *l'âge de la lune.* »

Une des erreurs de cette méthode consiste à compter le mois de mars ; il ne faut compter, pour le troisième nombre, que celui des mois écoulés depuis mars exclusivement jusqu'au mois proposé. Une autre erreur est de ne pas dire qu'il ne faut point compter le mois de janvier, lorsqu'on veut savoir l'âge de la lune dans ce mois ; il ne faut pas non plus avoir égard au mois de mars, lorsqu'on cherche l'âge de la lune dans ce mois. Ainsi, pendant ces deux mois de l'année, il suffira d'ajouter ensemble deux des trois nombres précédens, savoir : l'épacte & le nombre de jours écoulés depuis le premier jour du mois courant, jusqu'au jour proposé inclusivement. Lorsqu'on est en février, il faut ajouter seulement 1 à l'épacte & au quantième du mois : on ajoute cette unité en février, à cause des 31 jours de janvier.

La raison de ces opérations est que l'épacte d'une année marque l'âge de la lune avant le commencement de l'année, & que les mois de janvier & de février, pris ensemble, étant égaux à deux lunaisons, l'âge de la lune sera le même, soit le dernier jour de février, soit le dernier jour de l'année précédente. Si tous les mois lunaires étoient égaux aux mois solaires, il suffiroit, pour avoir l'âge de la lune, d'ajouter ensemble l'épacte & les jours du mois ; mais comme depuis le mois de mars, les mois solaires surpassent d'un jour les lunaires, il faut ajouter encore à ces

deux nombres, autant d'unités qu'il y a de mois écoulés depuis le mois de mars.

On peut perfectionner cette méthode, selon M. Brivard; 1°. en ne retranchant de la somme des trois nombres désignés ci-dessus, quand elle monte au moins jusqu'à 30; en ne soustraisant que 29 au lieu de 30, pour les mois pairs de la lune; ces mois pairs sont février, avril, juin, août, octobre & décembre, qui ne contiennent chacun que 29 jours lunaires, & qui repondent aux nombre pairs, 2, 4, 6, 8, 10 & 12; tandis que janvier, mars, mai, &c., sont impairs, correspondant aux chiffres 1, 3, 5, &c.

2°. En prenant plus exactement le nombre qui répond à celui des mois écoulés depuis le mois de mars; & de la manière suivante:

0	1	0	1	2	3
Janvier,	février,	mars,	avril,	mai,	juin,
4	5	7	7	9	9
Juil.,	août,	septemb.,	octob.,	novemb.,	décemb.

Si les nombres, qui sont au-dessus des mois de septembre & de novembre, excèdent ceux des mois d'août & d'octobre de deux unités, c'est que ces deux derniers mois sont chacun de deux jours plus longs que les mois lunaires qui leur sont correspondans; au contraire, les nombres marqués sur les mois d'octobre & de décembre sont les mêmes que ceux de septembre & de novembre, parce que ces deux derniers mois solaires n'excèdent pas les mois lunaires qui s'y terminent. *Voyez* le mot CALENDRIER.

AGE DU MONDE. Cette question, quoiqu'elle ne soit pas directement du ressort de la physique, a néanmois des rapports avec la formation du globe, & sur-tout avec plusieurs des phénomènes qui tiennent de près à plusieurs objets qu'on traite en physique; c'est pourquoi, sans nous étendre beaucoup, nous donnerons un simple précis de ce qu'il n'est pas permis d'ignorer.

On distingue sept âges du monde, suivant le texte grec; on peut voir dans le dictionnaire de chronologie, les preuves du systême de M. Boivin l'aîné, qui a travaillé pendant plus de cinquante ans à débrouiller cette ancienne chronologie.

		Ans.
I. *Age.*	Depuis la création jusqu'au déluge, a duré.	2262
II. *Age.*	Depuis le déluge jusqu'aux langues.	738
III. *Age.*	Depuis les langues jusqu'à la vocation d'Abraham.	460
IV. *Age.*	De là, jusqu'à l'entrée de Jacob en Egypte.	215
	De là, jusqu'à la sortie d'Egypte.	430
V. *Age.*	De là, jusqu'à Saül.	774
VI. *Age.*	Depuis Saül jusqu'à Cyrus.	583
VII. *Age.*	Depuis Cyrus jusqu'à l'ère vulgaire des chrétiens.	538
	TOTAL.	6000

Ceux qui seront curieux de connoître le détail de ces âges, pourront consulter la partie de l'Encyclopédie qui a pour objet la Chronologie.

AGENT. Ce terme, très-usité en physique & en mécanique, désigne un corps ou en général une puissance qui produit ou qui tend à produire quelqu'effet par son mouvement actuel ou par sa tendance au mouvement. (*Voyez* ACTION, PUISSANCE.

AGGRÉGATION; c'est l'union de parties intégrantes dont tous les corps de la nature sont composés. Toutes les parties intégrantes des corps sont semblables & homogènes, c'est-à-dire, de même nature; les molécules intégrantes de l'eau, de l'huile, des sels, des métaux, &c., &c. se ressemblent entr'elles, & ne diffèrent point essentiellement du tout dont elles font partie; elles sont toutes unies entr'elles, par la force de cohérence qui n'est autre chose que celle de l'attraction; ainsi unies, elles forment un aggrégat qui ne peut être détruit qu'en rompant ce tout, en le divisant & séparant toutes les parties intégrantes, de telle sorte que le même contact qui avoit lieu avant la désunion, n'existant plus, il n'y aura plus de cohérence. *Voyez* PARTIES INTÉGRANTES, PARTIES CONSTITUANTES, ADHÉRENCE, COHÉRENCE, ATTRACTION.

Les propriétés d'un aggrégé peuvent être fort différentes de celles des molécules primitivo-intégrantes qui composent cet aggrégé; & de plus, nous ne pouvons conclure des propriétés d'un aggrégé, que celles de ses parties primitivo-intégrantes soient semblables. Il est très-possible, comme l'a remarqué M. Macquer, que des molécules aggrégatives très-dures, ne puissent former qu'un aggrégé très-mou; que d'autres qui n'ont aucune élasticité produisent, par leur réunion, un corps fort-élastique; que de l'union de particules aggrégatives très-denses & très-pesantes, il ne résulte qu'un corps rare & léger, &c., &c. En effet, toutes ces propriétés des aggrégés doivent dépendre de la figure propre de leurs parties aggrégatives, de l'étendue plus ou moins grande des points de contact que cette figure leur permet d'avoir entr'elles & de leur distance. Ainsi, l'air, par exemple, dans son état d'aggrégation, peut être élastique, & huit cent fois plus léger que l'eau, si ses molécules primitivo-intégrantes, supposées dures & inflexibles, ne se touchent qu'en très-peu de points, ne forment qu'un aggrégé rare & compressible. Mais si ces mêmes molécules sont séparées entr'elles, & touchent en un plus grand nombre de points des parties intégrantes d'autres corps, elles pourront s'unir avec elles, perdre leur élasticité & leur légéreté respective, & faire partie d'un corps dur & pesant. Si quelque nouvelle cause vient ensuite à rompre cette liaison, les molécules primitives de l'air se réunissant de nouveau entr'elles,

formeront le même aggrégé qu'auparavant, avec les mêmes propriétés. Il en sera de même des autres substances, soit fluides, soit solides.

Agrippa (Henri-Corneille). Ce savant composa un traité de la *philosophie occulte*, ce qui le fit accuser d'être sorcier par des gens qui sans doute ne l'étoient pas. Dans cet ouvrage, comme dans plusieurs autres du même genre, publiés par quelques auteurs des siècles passés, on voit quelques connoissances relatives à la physique, mais un plus grand nombre de choses fausses & impossibles à exécuter. Plusieurs curieux gardent avec soin ces sortes d'ouvrages, & croient y trouver une infinité de secrets; mais ils sont ensuite bien étonnés, lorsqu'en voulant en éprouver quelques-uns, ils s'apperçoivent que les procédés décrits n'ont aucun succès. Ces reflexions doivent être appliquées à des ouvrages d'Albert le grand. Quoi qu'il en soit de ces réflexions, nous dirons qu'Agrippa naquit à Cologne en 1416; qu'il servit dans les armées; qu'il se partagea ensuite entre le droit & la médecine; que sa plume hardie lui suscita des querelles en divers endroits; ce qui le força presque à être vagabond en Allemagne, en Suisse & en Angleterre; malgré son esprit & son caractère, il fut malheureux, précisément par l'abus qu'il en fit. Aussi, fit-il des efforts pour prouver que les sciences sont nuisibles aux hommes; comme Rousseau l'a fait de nos jours, avec bien plus d'éloquence. Agrippa mourut en 1535, dans l'hôpital de Grenoble.

[AGITATION, signifie le secouement, le cahotage ou la vacillation d'un corps en différens sens. *Voyez* Mouvement. Les physiciens appliquent quelquefois ce mot à l'espèce de tremblement de terre qu'ils appellent *tremor* & *arietatio*. *Voyez* Tremblement *de terre*. On emploie principalement ce mot pour signifier l'ébranlement intestin des parties d'un corps naturel. Ainsi, on dit que le feu agite les plus subtiles parties des corps. *Voyez* Feu. La fermentation & l'effervescence ne se font pas sans une vive *agitation* des particules du corps fermentant.]

AIGLE. C'est une des 48 constellations formée par Ptolomée dans l'hémisphère céleste septentrional; elle est au-dessous de la flèche, & au-dessus d'Antinoüs, entre le serpentaire & le dauphin; & sa plus grande partie se trouve dans la voie lactée. On voit dans la constellation de l'aigle une étoile de la seconde grandeur qui est assez brillante, & qu'on a nommée la *luisante de l'aigle*.

AIGLON ELECTRIQUE, *Voyez* Cerf-volant electrique.

AIGRE. Ce mot est consacré pour exprimer un goût piquant avec astringence; on l'observe dans les fruits qui ne sont pas mûrs; l'impression qu'ils font alors vient, selon le sentiment le plus ordinaire, de la grande quantité de sels acides qu'ils contiennent dans cet état. On dit aigre-doux, des saveurs mêlées de doux & d'aigre qu'excitent certains alimens.

AIGRETTES ÉLECTRIQUES. On a donné le nom d'aigrettes électriques à cet assemblage de rayons de lumière divergens qui s'échappent ordinairement des pointes des angles & des aspérités d'un conducteur électrisé. Si on considère de près & attentivement les aigrettes électriques, on observera qu'elles sont composées de plusieurs filets réunis au point de départ, mais qui divergent ensuite d'autant plus qu'ils en sont plus éloignés: chaque filet paroît composé d'une suite de globules de feu. Le faisceau de rayons de fluide électrique qui forme ainsi l'aigrette, est très-épanoui par le bout le plus éloigné du conducteur, s'il n'y a aucun corps dans les environs; mais si on en approche surtout un corps anélectrique, par exemple, le doigt; on voit aussi-tôt tous les filets divergens se plier vers lui pour y entrer & rester ensuite constamment au même endroit, à moins qu'on ne fasse mouvoir le doigt, car dans ce cas, l'aigrette le suivra. Ces effets ne sont point aussi marqués si on présente à l'aigrette un corps idio-électrique. C'est principalement dans l'obscurité qu'on distingue parfaitement la forme & la composition des aigrettes électriques. Pour les rendre encore plus distinctes, il faut placer sur le conducteur non des pointes bien aiguës, mais des pointes un peu obtuses; elles sont alors plus grandes. Ordinairement, à l'extrémité des conducteurs électriques, on ménage un petit trou dans lequel on met à volonté une petite tige de cuivre, dont une extrémité est terminée en pointe, & l'autre en vis, & c'est par celle-ci que la tige entre dans le petit trou dont nous avons parlé & qui a des vis correspondantes. *Voyez les figures* 6, 7.

Les aigrettes électriques sortant toujours des angles des pointes & des aspérités qui sont sur la surface d'un conducteur électrisé, il est nécessaire de souder parfaitement toutes les pièces qui le composent, de leur donner un grand poli, afin d'éviter la dissipation de fluide électrique que les pointes occasionnent; car les aigrettes électriques ne sont autre chose qu'une portion du fluide électrique surabondant dans le conducteur, & qui tend continuellement à s'échapper dans tous les corps environnans, selon les loix de l'équilibre des fluides; aussi observet-on qu'un conducteur qui n'est pas bien poli, qui a plusieurs aspérités, & qui donne habituellement des aigrettes électriques, fournit des étincelles bien moins vives que celui dont la surface a un grand dégré de poli; son atmosphère ne s'étend pas non plus à une distance aussi grande que celle du dernier. Les pointes & les aspérités sont donc une source constante de dissipation de fluide électrique qu'il faut éviter avec soin.

De la forme d'aigrettes que le fluide électrique prend en débouchant d'un conducteur électrisé dans l'air, il s'ensuit que les liquides qui s'écouleront par des orifices capillaires, présenteront également cette forme de rayons divergens, & c'est ce que l'expérience prouve. Il en sera de même des gouttelettes d'eau qu'on répandroit sur la superficie d'un conducteur, ou des petits tas d'une poussière quelconque de bois, de farine, de tabac bien sec qu'on mettroit sur ce même conducteur; en approchant la main près de ces endroits, on facilitera l'émigration des aigrettes électriques & l'enlèvement des corps légers selon les mêmes directions divergentes. Mais on ne doit pas, dans ces derniers cas, s'attendre à voir des jets de poussière bien divergens; trop de causes doivent troubler le mouvement primitivement imprimé: ce n'est que dans les vases électrisés où l'écoulement de l'eau se fait par des orifices capillaires. *Voyez la figure* 8.

Autour du conducteur qu'on électrise est une espèce d'atmosphère formée par le fluide électrique qui l'environne; elle est sensible par une impression qu'on ressent lorsqu'on en approche, & qu'on a comparée à celle d'un petit souffle ou vent: c'est l'effet du fluide électrique qui entre dans le corps. A cette distance, les rayons qui composent la masse de ce fluide sont très-épanouis & très-rares; on les sent, mais on ne les voit pas. En s'approchant plus près du conducteur électrisé, on les appercevra s'il y a une pointe, réunis en forme d'aigrette: alors l'atmosphère ne s'étendra pas si loin qu'auparavant, la matière électrique, contenue dans le conducteur, ayant moins d'intensité, à cause de la dissipation faite par la pointe. Si on s'approchoit encore plus près, les rayons étant plus réunis, on auroit une très-petite étincelle, laquelle seroit bien plus forte si on avoit ôté la pointe. Les aigrettes ne diffèrent donc des étincelles que du plus ou moins; celles-ci n'ont plus d'intensité que les aigrettes, qu'à cause de la densité plus grande du fluide électrique qui sort du conducteur. Cette manière claire d'expliquer les aigrettes a déja été exposée avec détail dans notre *Electricité du corps humain*, seconde édition, 2 vol. in 8°.

Les aigrettes n'ont lieu que dans l'air; dans le vide, on n'en voit plus, ainsi que l'expérience le prouve. Si on suspend au conducteur électrisé une espèce de petit matras ellipsoïde à deux goulots, dont l'un soit fermé par une virole & un crochet A, comme il est représenté dans la *figure* 9, & l'autre par une virole & un robinet B; qu'il y ait dans l'intérieur en C une pointe mousse, & en D une chaîne qui pende jusqu'à terre, on appercevra d'abord une aigrette. Mais dès qu'on aura fait le vuide dans ce vaisseau, en le vissant sur la tétine de la machine pneumatique, & qu'après avoir fermé le robinet on reportera ce petit appareil pour le suspendre de nouveau au conducteur électrisé, on n'appercevra aucune aigrette électrique, mais seulement une belle lumière diffuse qui se répandra dans toute la capacité intérieure du matras. Cet appareil est bien plus simple que celui que M. l'abbé Nollet a représenté dans ses *Recherches sur l'électricité*, & qui consiste en une grande tringle de fer de quatre pieds de longueur, fixée à une des extrémités d'un matras de verre de quatre à cinq pouces de diamètre, comme on le voit dans la *figure* 10.

Le vide étant fait dans un de ces vaisseaux, des jets plus brillans de lumière paroîtront aux endroits où l'on appliquera les doigts, par exemple, on verra un même courant de lumière très-marqué, si le bout de la tige, inséré dans le vaisseau, est assez près du robinet, ou si l'énergie du fluide électrique est assez grande. Pour produire ce phénomène à volonté, on peut faire passer la tige qui se termine en crochet A, *fig.* 9, dans une boîte à cuir: alors on peut facilement augmenter ou diminuer les distances, & varier un peu les phénomènes.

Maintenant que nous savons que dans le vide il n'y a point d'aigrettes, qu'elles n'ont lieu que dans l'air, & que la résistance de ce fluide est nécessaire pour que la matière électrique, sortant des corps électrisés, paroisse sous forme d'aigrettes; il est nécessaire de rechercher pourquoi le fluide électrique, dans l'air, affecte cette forme plutôt que toute autre. Car dire, avec plusieurs physiciens, *que la forme d'aigrettes que prend la matière électrique, en sortant d'un corps actuellement électrisé, lui vient de la résistance de l'air qu'elle éprouve en sortant*, c'est prendre une circonstance pour la cause de l'effet.

Le fluide électrique est composé de parties qui sont toutes douées d'une force répulsive; les rayons électriques ne sont formés que par de petits globules lumineux qui sont séparés entr'eux par un intervalle; chaque suite de globules forme les filets ou rayons électriques qui tendent toujours à s'écarter les uns des autres, parce qu'entre les rayons, règne la même force répulsive, qu'entre les globules de chaque rayon, la répulsion étant une propriété constante de toutes les parties de la matière, électriques entr'elles. Ceci suppose que le fluide électrique contenu dans un conducteur qu'on électrise continuellement, y est condensé. L'air résistant de toutes parts, & les pointes lui donnant un passage facile, ainsi que l'expérience le prouve, le fluide électrique sortira plus aisément par la pointe. S'il y a, par exemple, vingt rayons dans une aigrette, chacun des vingts globules qui commence la file d'un rayon, percera l'air, en écartant les molécules de l'air qui l'environnent de tous côtés, il sera aidé dans l'effort qu'il fera, par la série des globules qui le suivent; & ceux-ci trouvant une issue libre, & vingt petits canaux, s'il est permis de parler ainsi, formés dans l'air, y entreront avec facilité & continueront de s'écouler de cette manière, tant que la source fournira de fluide électrique.

Dans le vide, ces rayons n'étant pas obligés de

pénétrer l'air, n'ayant aucun obstacle, aucune résistance à vaincre, se dilateront & s'épanouiront avec la plus grande facilité; leurs rayons, considérablement plus raréfiés, ainsi que les molécules qui les composent, puisqu'il n'y a plus de causes comprimante autour d'eux, rempliront tout l'espace & paroîtront sous la figure d'une lumière moins vive, plus diffuse, plus pâle, comme on l'observe dans l'appareil que nous avons décrit, & même dans de grands récipiens vides d'air, armés, à leur extrémité supérieure, d'une virole d'une boîte à cuir pour y recevoir une tige de cuivre en communication avec le conducteur électrisé. *Voyez la fig. 13.* Lorsqu'on rendra l'air, le fluide électrique, éprouvant des résistances de la part de l'air qui est une substance non-conductrice, & ne pouvant se dilater, se condensera; &, sortant dans cet état de condensation, paroîtra sous la forme d'aigrette, ainsi que nous l'avons expliqué. La preuve de cette vérité, c'est que si l'air est humide, on ne voit point d'aigrettes, ou du moins presque pas, parce que le fluide électrique débouche alors facilement dans la masse d'air humide, l'eau étant un excellent conducteur, & toutes les particules d'eau se touchant sans interruption, il n'y aura point de phénomène lumineux visible. Dans un air sec, au contraire, substance parfaitement idio-électrique, le fluide électrique qui en pénètre avec peine la masse, ne trouvant point de conducteur continu, brillera nécessairement aux yeux sous formes d'aigrettes. Aussi entendra-t-on un bruissement sensible, lorsque les étincelles déboucheront dans l'air qu'elles frapperont en même temps; car ce bruissement n'est autre chose que la secousse que le choc imprime à l'air par le mouvement du fluide électrique.

Les points lumineux ne doivent pas être confondus avec les aigrettes: celles-ci font toujours des signes de la sortie du fluide électrique d'un corps où il est surabondant; & ceux-là sont une marque certaine de l'entrée du fluide électrique dans un corps où il y a moins de ce fluide. Mais, dans les deux cas, pour obtenir es apparences d'aigrettes & de points lumineux, il faut employer des pointes. *Voyez* les articles POINTS LUMINEUX & POINTES; POUVOIR DES POINTES; ÉLECTRICITÉ.

M. l'abbé Nollet & ses partisans prétendent que les aigrettes ne deviennent lumineuses que lorsque les rayons de matière effluente & affluente ont assez d'activité & une vîtesse respective assez grande pour que le choc des uns contre les autres puisse les enflammer. Mais le fluide électrique étant la matière du feu ou de la lumière, ou un fluide analogue à l'un à l'autre, est lumineux par lui-même, & n'a pas besoin de choc pour briller, de même que la lumière qui brille par sa ature. Ce prétendu choc d'une matière affluente ontre la matière effluente, devroit troubler & déranger la direction des rayons des aigrettes qui néanmoins est toujours régulière, comme l'observation & l'expérience le démontrent. De plus, il n'y a point d'*affluences simultanées*, ainsi qu'on l'a prouvé à l'article AFFLUENCES. Et si l'approche de la main ou de quelque corps anélectrique facilite l'éruption des aigrettes, cet effet vient de ce que l'attraction du corps présenté conspire, avec la répulsion, à faire sortir le fluide électrique du conducteur où il étoit surabondant.

AIGRETTE DE VERRE; c'est un faisceau de fils de verre, aussi fins que des cheveux, qu'on lie ensemble par un bout, & auxquels on donne de 7 à 8 pouces environ. Les émailleurs font ces fils de verre, ou filent le verre, en présentant un tuyau de verre à leur lampe; la chaleur qui amollit bientôt le verre, en facilite l'alongement. On fixe ensuite une extrémité du verre sur une roue qu'on tourne avec une manivelle; la flamme de la lampe fondant le verre, le fil de verre se roule continuellement sur la circonférence de la roue comme du fil ordinaire. Au bout de quelque temps, on trouve sur la roue une masse considérable de ces fils, qu'on coupe de la longueur qu'on desire, & l'aigrette est toute formée.

Les physiciens font une jolie expérience d'électricité avec ces aigrettes de verre: on en place une sur le conducteur d'une machine électrique, ou bien une personne isolée en tient une dans sa main; dès qu'on l'électrise, tous les fils de l'aigrette divergent entr'eux, & prouvent de cette manière la réalité de la répulsion électrique. Si une personne non-isolée en approche, *v g*, le doigt, on voit aussi-tôt tous les fils de l'aigrette se courber vers le doigt, & suivre le doigt lorsqu'on le remue. *Voyez* ATTRACTION & RÉPULSION ÉLECTRIQUES; & ÉLECTRICITÉ.

AIGU; l'*angle aigu* est tout angle qui a moins de 90 degrés; il y a donc autant d'angles aigus qu'il y a de degrés & de parties de degrés depuis 0 jusqu'à 90. Si on n'avoit égard qu'au nombre de degrés compris entre ces deux extrêmes, on diroit qu'il y a 90 angles aigus, celui d'un degré, de deux, de trois degrés, & ainsi de suite; mais chaque degré étant divisé en 60 minutes, chaque minute en 60 secondes, les secondes en 60 tierces, & ainsi de suite, on doit en conclure qu'il y a un nombre indéfini d'angles aigus. On mesure le nombre de degrés, de minutes & de secondes d'un angle aigu, de la même manière qu'on mesure un angle quelconque, à savoir par le nombre de degrés de l'arc compris entre les deux côtés de l'angle. L'angle formé par la ligne A B & la ligne B C, est un angle aigu. *Voyez* la *figure 14*, & l'article ANGLE.

Un triangle, dont les trois angles sont aigus, se nomme acutangle.

AIGU, épithète qu'on donne à une pointe fine & déliée : ainsi on dira, *v g*, au bout d'une pointe très-aiguë, l'aigrette électrique n'est pas aussi belle que lorsque la pointe est moins aiguë ou plus obtuse, &c. On dit encore d'un tranchant qu'il est aigu ; c'est le contraire d'obtus.

AIGU, *en musique*, signifie un son ou un ton perçant & élevé, par rapport à un autre ton qu'on prend pour terme de comparaison. Un ton aigu est l'opposé d'un ton grave.

AIGUE-MARINE ou BERIL. C'est une pierre précieuse à laquelle on a donné ce nom, à cause de la ressemblance de sa couleur avec celle de la mer, qui est d'un vert-bleu, appelé vert de mer. On divise les aigues-marines, comme toutes les pierres précieuses, en *orientales* & *occidentales* ; les premières sont toujours plus dures, plus colorées & susceptibles d'un plus beau poli que les secondes ; & dans les unes & les autres, il y a différens degrés de dureté, & diverses nuances de couleurs ; mais en général c'est la moins dure & la moins chère de toutes les pierres précieuses. *Voyez* PIERRE PRÉCIEUSE.

Les aigues-marines ont une crystallisation qui leur est propre ; il ne faut pas un feu bien violent pour les fondre ; mais la fusion leur fait perdre leur couleur, qui dépend de substances métalliques ; car on imite très-bien l'aigue-marine, en mettant dans du crystal en fusion, de la poudre de cuivre calcinée trois fois par le soufre.

La pesanteur de l'aigue-marine est à celle de l'eau distillée, comme 27229 est à 10000. M. Brisson, pour la déterminer, s'est servi d'une aigue-marine, d'un vert-céladon, du cabinet d'histoire naturelle du roi, qui pèse $67 \frac{9}{16}$ de grains. Un pouce cube de cette pierre, péseroit donc, selon cette détermination, 1 once 6 gros 8 $\frac{1}{2}$ grains ; & un pied cube péseroit 190 l. 9 onces 13 grains.

AIGUILLE AIMANTÉE. C'est une lame d'acier, trempée, longue & mince, mobile sur un pivot par son centre de gravité, & qui a reçu d'un aimant les propriétés magnétiques & principalement celle de diriger ses deux extrémités vers les pôles du monde. On distingue plusieurs espèces d'aiguilles aimantées ; mais, avant de les décrire, il est à propos d'exposer les qualités que doit avoir une aiguille aimantée en général. On peut réduire à cinq chefs principaux les conditions qui constituent une bonne aiguille aimantée ; elles sont relatives à sa matière, à sa figure, à la trempe, à la suspension & à son magnétisme.

1°. La matière d'une aiguille aimantée doit être nécessairement de fer ou d'acier ; le fer reçoit plus facilement la vertu magnétique que l'acier ; mais aussi il la conserve plus difficilement. Une aiguille de boussole étant destinée sur-tout à diriger les navigateurs au milieu de l'océan, il est indispensable que sa propriété directive soit la plus constante possible, qu'elle ne se détruise ni ne diminue notablement. Une aiguille d'acier, non-seulement conserve mieux la vertu magnétique, mais encore elle en reçoit une plus forte dose, & son intensité est toujours considérablement plus grande : cette intensité est peut-être une des causes de la durée du magnétisme de l'acier.

L'acier doit être d'une bonne qualité, d'un grain bien fin, homogène & de la plus grande densité, conséquemment le plus rafiné. L'expérience a prouvé qu'une aiguille faite d'un bon acier, reçoit une plus forte dose de magnétisme, & la conserve mieux que celle qui est fabriquée d'un acier de qualité inférieure. De cette condition il résulte que l'aiguille pourra être plus légère sans être plus flexible.

En forgeant l'acier qui doit servir à former une aiguille, on doit avoir l'attention de l'alonger seulement, sans le doubler, ni le plier, ni le tordre en aucune manière, dans quelque sens que ce soit : on doit rejetter les lames dans lesquelles on remarqueroit des pailles, gerçures ou crevasses.

2°. La figure des aiguilles a subi bien des variations ; il suffit de connoître les principales. La plus simple est celle d'un rhomboïde fort alongé, comme on le voit dans la *fig. 357*. On peut leur donner celle d'un parallélogramme beaucoup plus long que large, dont les bouts se terminent par un angle obtus fort court, *fig. 358*, ou par un angle aigu, *fig. 339*. Quelquefois elles ont la figure d'un fer de flèche, *fig. 337* ; & on fait ensorte que la pointe se tourne du côté du nord. Il y a des artistes qui gravent les lettres N & S, sur les extrémités qui doivent se tourner au nord ou au sud, lorsqu'elles sont semblables ; d'autres font revenir au bleu celle qui est destinée à se diriger vers le nord.

Muschenbroeck en a fait exécuter dans la forme représentée dans les *fig. 359* & *360*. Cette aiguille est de même largeur dans toute sa longueur, avec cette différence seulement qu'elle est un peu plus large vers son milieu M N, afin qu'on puisse percer à cet endroit un large trou C D : les deux extrémités A & B (*fig. 359.*) sont un peu arrondies ; elle est vue dans cette figure sur son pivot, & on l'apperçoit en dessous dans la *fig. 360*.

On fera connoître quelques autres formes d'aiguilles, en parlant des AIGUILLES DE DÉCLINAISON, des AIGUILLES D'INCLINAISON, des AIGUILLES DE VARIATION, des BOUSSOLES, &c. *Voyez* ces mots auxquels nous renvoyons pour éviter les répétitions. Nous dirons seulement ici, que Muschenbroek a avancé, d'après plusieurs expériences, qu'il étoit plus à propos de donner une plus grande largeur aux extrémités des aiguilles, de telle sorte qu'elles allassent en s'élargissant, depuis le milieu

jusqu'aux bouts : alors, dit-il, les extrémités qui sont les plus éloignées du centre de mouvement, donnent une plus grande mobilité à l'aiguille, en recevant plus de vertu magnétique. On a soin de marquer, par une simple ligne, le milieu de chaque extrémité.

Mais quelle que soit la figure d'une aiguille, il faut qu'elle joigne la solidité à la légèreté, que ses deux extrémités soient toujours dans une même ligne droite avec le milieu, que celui-ci n'éprouve point de flexion, par la longueur & le poids des deux moitiés de l'aiguille; c'est pourquoi on a soin de donner un peu plus d'épaisseur à la partie intermédiaire, & de la proportionner à la longueur de l'aiguille.

Il est à propos de donner aux aiguilles un certain volume, parce que l'expérience a prouvé que celles qui ont une plus grande quantité d'acier que d'autres, conservent mieux leur magnétisme que les aiguilles minces : il faut cependant prendre garde de ne pas tomber dans l'extrémité opposée, parce qu'une augmentation de poids en produiroit une dans le frottement.

Comme l'acier est sujet à la rouille, & que celle-ci diminue le magnétisme, il est nécessaire de couvrir les aiguilles & les pivots, lorsqu'ils sont d'acier, d'une couche d'huile de lin, sur-tout dans les voyages de longs cours & dans des mers pleines de brumes.

3°. La trempe. L'expérience a prouvé que des aiguilles d'acier trempées, étoient susceptibles d'acquérir une plus forte vertu magnétique, & de la conserver beaucoup plus long-temps que celles qui étoient construites avec de l'acier non-trempé; de même ce magnétisme a plus d'intensité & plus de durée dans les aiguilles trempées dur, que dans celles qui n'ont pas une forte trempe, ou qui sont recuites ou revenues simplement au bleu. On sait que la trempe donne plus de dureté & d'élasticité aux métaux, & sur-tout à l'acier; & on observe que l'acier, trempé plus fortement, a plus de dureté & plus d'élasticité, qu'il est conséquemment plus cassant. Ces qualités augmentent lorsque la trempe est dans l'eau à la glace, & la vertu magnétique est alors beaucoup plus forte; ce qui prouve que plus la trempe est dure, plus le magnétisme qu'on communique ensuite a d'énergie. *Voyez* TREMPE, AIMANT ARTIFICIEL.

Nous ne dissimulerons pas que Muschenbroeck a prétendu qu'il falloit amolir l'acier d'une aiguille, en donnant à la trempe une couleur bleue ou d'un jaune clair, selon que l'acier est plus ou moins rafiné. Pour trouver ce point, voici le moyen qu'il conseille. On fabriquera, dit-il, plusieurs aiguilles avec le même acier, pour leur donner à chacune une trempe différente, ensuite on examinera dans quel degré de trempe une aiguille a reçu le plus de vertu d'un même aimant agissant par une même méthode. Après cet essai, on donnera à toutes les aiguilles qui ont été faites du même acier, le même degré de trempe qu'on aura observé dans les meilleures. Malgré l'autorité de cet habile physicien, nous dirons que de nouvelles expériences faites, depuis lui, avec tout le soin possible, ont levé tout doute à cet égard, & ont prouvé incontestablement que des lames & des barreaux d'acier trempés de tout leur dur, reçoivent plus de vertu magnétique, & la conservent beaucoup plus long-temps.

Pour tremper dur une aiguille, on la fait rougir, & on la plonge ensuite précipitamment dans une eau bien pure & bien froide, observant de la plonger, non par la longueur, de peur qu'elle ne se cambre, mais par la largeur, & encore l'immersion ne doit-elle pas se faire par la face, mais de champ, c'est-à-dire par le tranchant.

4°. La suspension la plus usitée est celle des chapes, c'est-à-dire, d'un petit cône G, *fig. 339*, & C G D, *fig. 359*. Ce cône est creusé intérieurement par une cavité conique faite avec soin, & se place sur un pivot F G, *figure 339*, & P G, *figure 359*.

Les chapes se font ordinairement en laiton, ou en similor, ou bien en agate : quelquefois on se contente de mettre au haut de la cavité conique d'une chape de cuivre, un morceau d'agate; d'autres font souder, comme Muschenbroeck l'a recommandé, sur le milieu de l'aiguille, avec de la soudure forte, un petit bouton ou chape d'un métal composé de cuivre & d'étain, que l'on creuse en dedans, & dont on polit la concavité avec un poinçon; de sorte cependant que cette concavité ne soit pas terminée en pointe par le sommet, mais qu'elle soit sphérique. Quelques-uns font les chapes avec du verre soufflé. On doit, en général, répudier les chapes faites de cette manière, parce que le travail, à la lampe de l'émailleur, ne comporte pas assez de précision. Si on emploie du verre ordinaire, non soufflé, il faut le creuser en demi-rond, & le polir ensuite avec le plus grand soin. On peut lui donner la vingtième partie d'un pouce de diamètre, plus ou moins, selon le volume de l'aiguille qu'il doit supporter.

Il y en a qui soudent les chapes de métal sur le milieu des aiguilles, d'autres se contentent de les faire entrer à frottement; il y a une portée pratiquée d'un côté de la chape pour retenir l'aiguille : on peut ensuite river légèrement la chape par le bas.

L'agate a bien plus de dureté que le cuivre; mais un horloger travaille bien mieux sur le tour une chape de cuivre que le lapidaire une chape d'agate : par-là le centre de rotation convient plus sûrement avec la ligne du milieu de l'aiguille qui passe par ses poles.

La matière des pivots est ordinairement de fer, d'acier ou de cuivre. Le fer est trop mou, & la pointe du pivot pouvant facilement s'émousser, la

liberté des mouvemens n'auroit plus lieu. L'acier est préférable, parce que la solidité peut se concilier avec l'aigu de la pointe dans une tige d'acier bien préparée & trempée convenablement. La pointe d'un pivot étant bien polie, faite avec soin, & bien placée dans la ligne verticale, comme l'axe du pivot, l'aiguille éprouve moins de frottement, le pivot ne touchant la chape que dans un point sensible, & ses mouvemens sont libres : alors l'aiguille n'obéit qu'à l'impression magnétique. On est assuré de la grande mobilité d'une aiguille, & conséquemment de la perfection de la suspension, lorsque cette aiguille, mise en mouvement sur son pivot, exerce un grand nombre de vibrations (cent & plus, par exemple,) avant de s'arrêter ; & lorsque les aiguilles se fixent toujours au même point, après que leurs vibrations ont cessé, dans plusieurs épreuves faites successivement.

Quelques-uns emploient le cuivre, ou plutôt le laiton, pour former des pivots ; mais il faut alors qu'il soit bien écroui, & passé à la filière ; sans cela il seroit trop mou, & la pointe s'émousseroit. Il y en a qui donnent la préférence au cuivre sur l'acier, pour les pivots, par la raison que le fluide magnétique de l'aiguille ne se dissipe pas par un pivot en cuivre comme par un pivot en fer ; mais cette raison ne me paroît pas plausible, parce qu'il n'est pas prouvé qu'un corps aimanté perde ou diminue de magnétisme, lorsqu'il est sur un support ferrugineux, & parce qu'une aiguille aimantée qui a une chape de cuivre, de laiton, ou d'agate, n'est point en contact avec son pivot d'acier, & conséquemment ne peut éprouver une dissipation de fluide magnétique, en supposant qu'elle fût réelle dans les circonstances de l'hypothèse qu'on a avancée gratuitement.

D'autres terminent par une pointe d'acier le bout supérieur du pivot, lorsqu'il est en cuivre. Le fondement de cette pratique est que le frottement du cuivre, sur un métal de même espèce, est plus capable de diminuer le mouvement que le frottement d'une espèce de métal sur une autre espèce, par exemple, du cuivre sur le fer. Le principe est vrai ; mais l'application qu'on en fait ici, me paroît plutôt déduite de la théorie que de la pratique ; car il n'y a pas d'expérience qui prouve que, lorsqu'il s'agit d'un très-petit contact, comme de celui de la pointe d'un pivot sur la chape d'une aiguille, la liberté des mouvemens soit sensiblement moindre quand une chape de cuivre roule sur un pivot de même matière, que dans le cas où elle est sur un pivot d'acier.

Les pivots d'acier ont un inconvénient majeur, c'est qu'ils peuvent se rouiller, sur-tout dans des vaisseaux qui sont sur l'eau, & souvent environnés de bitumes & de vapeurs épaisses. Or, la rouille, si la pointe du pivot la contractoit, nuiroit bien plus fortement à la liberté des mouvemens de l'aiguille, que le frottement d'une espèce de métal sur un métal de même sorte.

Pour remédier à cet inconvénient, il faut donc préférer le cuivre ou le laiton à l'acier dans la construction des pivots, & se servir d'une chape d'agate ou d'un métal mixte ; alors on évitera le frottement de deux métaux homogènes, si on craint que cela nuise à la perfection de la suspension. M. Michell propose de faire le pivot en or ou en argent, & alors il est à propos de rendre ces métaux durs par beaucoup d'alliage.

Lorsque les appareils, qui renferment des aiguilles aimantées, sont portatifs, il est bon que les pivots puissent se démonter ; on les porte alors dans des tuyaux de plume, ou d'autre matière : rien n'empêche d'avoir plusieurs pivots dans les voyages, en cas que les pointes s'émoussent. Au lieu d'ôter le pivot, il y en a qui adaptent à leur boîte un petit levier à fourchette & à bascule qui sert à élever l'aiguille de dessus le pivot, pour empêcher qu'elle ne frotte dessus, lorsqu'on ne s'en sert point. Il y en a cependant qui blâment cet usage, parce que l'aiguille ne peut alors se diriger librement vers les pôles. Mais les mouvemens du transport sont plus nuisibles encore à l'aiguille ; & de deux maux il faut éviter le plus grand.

La forme la plus ordinaire des pivots est celle d'une petite tige perpendiculaire, qui, par le haut, finit en pointe, & sur laquelle on place l'aiguille par la cavité conique de sa chape. F G, *figure 339*, & P G, *figure 359*, montrent des pivots d'aiguille.

Cette manière de suspendre les aiguilles suffit peut-être pour les instrumens le plus en usage ; mais si l'aiguille a un volume & un poids plus grand que de coutume, ce qui est quelquefois nécessaire pour augmenter la vertu magnétique, & conséquemment la propriété directive, alors la suspension ordinaire entraîneroit trop de frottement. Une aiguille petite & mince ne contracte pas autant de force magnétique pour se diriger, que celle qui a plus de volume & plus de masse, ainsi que l'expérience le prouve ; & celle-ci pesant davantage sur la pointe du pivot, n'a pas autant de liberté de mouvement, à cause de son excès de frottement.

Afin de rendre une aiguille assez pesante, autant & même plus libre dans ses mouvemens qu'une aiguille très-légère, M. Antheaulme imagina de substituer au pivot aigu, dont nous venons de parler, un petit pillier de cuivre assez gros pour recevoir une chape de verre ou d'agate qui y est mastiquée, l'ouverture tournée en haut. Il en ajusta ensuite une semblable au centre de l'aiguille. Après cela il mit un petit fuseau de cuivre pointu par les deux bouts, dont l'un entre dans la chape renversée qui est à l'extrémité du pillier, & l'autre dans la chape de l'aiguille. Enfin, du milieu de la hau-

eur de ce fuseau, partent de petites verges de cuivre, disposées en triangle, & qui portent trois petits contre-poids pour servir à rappeller & à retenir le fuseau & l'aiguille (même couverte d'une rose des vents) dans la perpendiculaire. (*Voyez* la *figure 368.*)

L'addition dont on vient de parler procure à l'aiguille aimantée une très-grande mobilité; elle est même si grande, qu'on pourroit dire qu'un excès de perfection est un grand défaut, & que l'aiguille ainsi suspendue deviendroit *volage*, c'est le nom que les marins donnent aux aiguilles qui, par une très-grande mobilité, sont toujours si fort agitées par les mouvemens du vaisseau qu'il ne leur est presque pas possible de bien saisir la vraie direction de l'aimant. Pour obvier à ce nouvel inconvénient, M. Antheaume fait coler perpendiculairement sous l'aiguille de petites aîles de papier qui, par la résistance que l'air leur oppose, diminuent considérablement le nombre des vibrations de l'aiguille, qui se fixe alors assez promptement, quoiqu'elle soit très-mobile. On la renferme ensuite dans une boîte couverte d'une plaque de verre, logée dans une feuillure.

Quelque bonne que soit cette manière de suspendre une aiguille aimantée, il y en a une autre préférable, imaginée par M. Coulomb, laquelle doit être employée dans toutes les observations délicates, sur-tout lorsqu'il s'agit de déterminer les variations de l'aiguille aimantée : nous en parlerons plus en détail dans un instant, à l'article *aiguille de variation*. Ici, il suffira de dire qu'elle est faite avec des fils de soie & un étrier.

5°. De la manière d'aimanter les aiguilles de boussole. La propriété connue sous le nom de *communication de l'aimant*, est celle par laquelle l'aimant qui touche le fer lui donne la même vertu qu'il a. Une aiguille de boussole reçoit donc par le contact d'un aimant, soit naturel, soit artificiel, la vertu attractive, répulsive, directive, &c. La façon d'aimanter une aiguille étant un objet de grande importance, sur-tout dans l'art de la navigation, les physiciens se sont depuis long-temps appliqués à faire des recherches sur la meilleure méthode de communiquer une grande force magnétique aux aiguilles de boussole.

La première méthode & la plus simple, est celle de frotter sur les pôles d'un aimant armé ou non armé, soit naturel, soit artificiel, les aiguilles auxquelles on veut communiquer la vertu directrice. Supposons qu'on ait un aimant C E, *figure 361*; on le place de façon que le pôle C soit en haut, & le pôle E en bas, & que l'aiguille N A soit sur le pôle C par son milieu; c'est-à-dire, par l'endroit qui répond à la chape D ou chasse. Alors faites glisser la moitié D N de l'aiguille du point D au point N sur le pôle C de l'aimant; répétez ensuite plusieurs fois cette opération de la même manière, & lentement, en appuyant un peu l'aiguille sur le pôle C; ensuite tournez l'aimant, de sorte que son pôle E soit supérieur, & le pôle C inférieur; faites frotter de même, plusieurs fois, en glissant lentement l'autre moitié de l'aiguille du point D au point A; & observez que le nombre des frottemens soit égal. Au bout de 25 ou 30 fois, l'aiguille aura acquis toute la vertu qu'elle peut recevoir de l'aimant qu'on a employé dans cette méthode.

Il n'est pas nécessaire que l'aimant soit sphérique; comme la figure le représente; toute figure, en général, est indifférente, pourvu que les pôles de l'aimant soient bien caractérisés. On peut encore se servir d'un aimant armé ou non armé, en observant cependant que par le moyen de l'armure on obtient une force directive plus considérable. Un aimant artificiel communique la vertu magnétique comme l'aimant naturel; elle a même plus d'intensité, & par conséquent il faut préférer le premier au second.

Quelques physiciens prescrivent de placer sur le pôle C ou E de l'aimant (*figure* 361) chaque partie de l'aiguille, à peu près vers son milieu, entre la chape & l'extrémité; mais l'expérience m'a prouvé que l'aiguille est moins fortement aimantée dans ce cas que dans celui où le pôle répond à la chape D. On recommande encore, lorsqu'on est arrivé, en frottant, à l'extrémité de l'aiguille, de continuer à mouvoir l'aiguille dans la même direction à la distance de 8 ou dix pouces environ. Cette pratique n'est pas nécessaire, & l'expérience n'a pas prononcé que cet éloignement contribuât à donner à une aiguille une plus grande intensité qu'un éloignement qui seroit moindre de moitié ou des deux tiers.

Mais ce qui est certainement plus avantageux, c'est la méthode de frotter sur les pôles de l'aimant la surface inférieure de l'aiguille, comme la surface supérieure, en faisant attention que pour cet effet il faut retourner l'aiguille & frotter toujours avec un même pôle les deux surfaces de chacune de ses parties.

Lorsqu'on se sert d'un aimant armé, on fait glisser l'aiguille sur les pieds de l'armure qui représentent les poles (*Voyez* ARMURE DE L'AIMANT). Ce frottement peut s'exécuter de plusieurs façons dans la direction de la ligne droite qu'on peut imaginer passer par les deux pieds, ou dans celle qui lui est perpendiculaire. La première manière m'a paru préférable dans quelques expériences, cependant l'avantage n'est pas constant. Il y en a qui disent qu'une troisième manière est préférable aux deux précédentes, sur-tout pour les longues aiguilles, c'est celle de frotter dans deux aiguilles qui se croisent en dedans, & forment entr'elles un V ou un angle aigu. Mais dans tous ces cas, on ne doit faire toucher à-la-fois l'aiguille que sur un seul pied de l'armure. Mais

après, on aimante de la même manière, sur l'autre pied, la seconde moitié de l'aiguille.

Nous ferons ici une observation générale qui a lieu dans toutes les méthodes d'aimanter, c'est que la partie d'une aiguille qui touche le pole méridional d'un aimant quelconque, se dirige toujours vers le nord, & qu'au contraire, celle qui a été frottée sur le pole septentrional, se tourne constamment vers le midi. Ainsi on aura soin de frotter sur le pole sud d'un aimant, la partie d'une aiguille qui est en fer de flèche, qui est bleue, qui est en fleur de lys, &c.

La seconde méthode consiste à employer deux aimans au lieu d'un seul. Dans la méthode précédente, on frottoit alternativement l'aiguille sur les deux pôles d'un aimant; dans celle-ci, on emploie en même-temps deux aimans; mais chacun par un pôle de différente dénomination : aussi le magnétisme communiqué a-t-il plus de force. D'abord on place l'aiguille sur une planche unie, où on a pratiqué une petite cavité pour recevoir la chape; ensuite on prend deux bons aimans armés; on met le pied méridional de l'un sur la portion de l'aiguille qui doit être dirigée vers le nord, & le pied septentrional de l'autre aimant sur l'autre moitié de l'aiguille; de sorte que les pieds qu'on vient de nommer, soient l'un & l'autre proche de la chape. Après, on frotte lentement, & dans le même temps, sur l'aiguille, ces deux aimans, en les séparant & en les mouvant jusqu'à ce qu'ils soient arrivés ensemble au-delà des deux bouts de l'aiguille. On recommence douze ou quinze fois cette opération. Ensuite on retourne l'aiguille pour la frotter de la même manière sur sa surface supérieure, après avoir eu soin de la fixer d'une manière quelconque, la chape au-dessus de la cavité. Cette manière d'aimanter une aiguille est plus énergique, lorsqu'on se sert de deux aimans artificiels.

La troisième méthode consiste à aimanter une aiguille de boussole en la plaçant par son milieu sur la jonction de deux barreaux aimantés qui se touchent par leurs pôles de différens points, & qui sont situés dans la même ligne droite, soient deux barreaux d'acier aimantés B M, S E, *figure* 362, fortement aimantés, disposés de façon que le pôle M méridional de l'un, soit en contact avec le pôle septentrional S de l'autre. L'aiguille N D A étant placée sur ces deux barreaux, de sorte que la chape réponde à la ligne de réunion M C; on applique ensuite fortement la partie D N de l'aiguille sur la lame M B, & pareillement la partie D A de la même aiguille sur l'autre barreau S E. Après on retire lentement les deux barreaux de part & d'autre, en les séparant, ayant soin néanmoins que les deux côtés demeurent appliqués sur les lames ou barreaux. Lorsque ces deux barreaux seront suffisamment retirés pour que les deux moitiés de l'aiguille ne soient plus posées sur eux, on laissera les deux barreaux dans une situation telle que l'aiguille se trouve placée entr'eux, de sorte que le bout N de l'aiguille touche l'extrémité M de la barre M, & que l'autre extrémité A de la même aiguille soit en contact avec l'extrémité S de l'autre lame. Après avoir laissé les deux barreaux dans cet état pendant deux ou trois minutes environ, on retirera les deux barreaux, & l'aiguille sera fortement aimantée. En recommençant plusieurs fois la même opération, le magnétisme de l'aiguille augmentera d'intensité. L'extrémité N de l'aiguille sera le pôle septentrional, conformément à ce qu'on a observé ci-dessus, & le bout A sera le pôle sud. On voit que cette méthode est une suite de la seconde.

Cette méthode est de M. Knight : ce physicien avoit soin d'ôter la chape de l'aiguille *a a* & de la placer sur la surface supérieure, & non latérale des deux barreaux A & B, qui se touchoient par leurs poles *n s* de différens noms, comme on le voit dans la *figure* 363. Par des expériences plusieurs fois répétées, il a trouvé, ainsi que d'autres savans, qu'une aiguille trempée de tout son dur, avoit acquis une force double que celle d'une aiguille chauffée après la trempe, & devenue bleue, quoiqu'aimantée de la même manière; car la première attira & enleva un poids de fer pesant douze gros, tandis que la seconde ne put produire le même effet que sur un poids de six gros. C'est avec raison qu'on a remarqué que si Muschenbroeck a éprouvé le contraire, c'est que dans ses expériences il ne s'est servi que d'aimans naturels, qui ne peuvent donner facilement une grande vertu magnétique à des aiguilles d'un acier trempé de tout son dur, à moins qu'elles ne soient fort petites, tandis qu'au contraire on leur communique facilement une forte vertu magnétique avec des aimans artificiels. *Voyez* AIMANT, *septième propriété.*

Une quatrième méthode est représentée dans la *figure 364*, soient deux barreaux d'acier fortement aimantés, unis entr'eux par deux morceaux de fer doux, E G, F K; placez sur chacun des barreaux une aiguille de boussole N D A, O S P, soient encore deux autres lames aimantées D L, D M dont les deux pôles opposés se touchent en D, les choses ainsi disposées, faites glisser la barre D L sur la longueur de l'aiguille, depuis la chape D jusqu'à son extrémité N : faites pareillement glisser l'autre barre D M sur l'autre partie de la même aiguille, depuis D jusqu'en A : réitérez ensuite la même opération plusieurs fois, & l'aiguille sera fortement aimantée. On communiquera de même la vertu directive à l'autre aiguille O S P, placée sur l'autre barre B C. On peut n'aimanter, si on veut, qu'une seule aiguille. Il y en a qui recommandent de répéter cette opération plusieurs jours de suite. Ici on traite les aiguilles comme des barreaux d'acier qu'on désire d'aimanter. *Voyez* AIMANT ARTIFICIEL où cette méthode sera plus détaillée. *Muschenbroeck*, tom. I. pag. 348.

Les aiguilles aimantées sont de quatre sortes, savoir, *l'aiguille de direction*, *l'aiguille de déclinaison*, *l'aiguille de variation*, & *l'aiguille d'inclinaison*.

L'aiguille de direction est celle qui par sa construction, indique la direction de l'aimant. Si l'aimant se dirigeoit nord & sud précisément, une aiguille d'acier, bien trempée, parfaitement suspendue & fortement aimantée, devroit être appelée aiguille de direction. En 1666, l'aiguille aimantée indiquoit à Paris le nord, sans aucune déviation où aberration, Il y a plusieurs autres contrées, où, pendant certain temps, l'aiguille n'éprouvant aucune déviation, indique directement le nord. On ne sait pas encore si les aberrations de l'aiguille aimantée qui, après avoir été vers l'est, sont ensuite vers l'ouest, ont une marche périodique.

L'aiguille aimantée, indiquant toujours la *direction* du méridien magnétique, lequel diffère souvent du méridien astronomique, l'aiguille aimantée peut, sous ce rapport, être nommée aiguille de direction. En ce sens, l'aiguille de direction & l'aiguille de déclinaison dont nous parlerons bientôt, sont la même chose. Mais l'usage a prévalu de donner seulement le nom d'*aiguille de déclinaison* à l'aiguille aimantée, parce qu'elle décline plus souvent du vrai nord, qu'elle n'y est dirigée, soit qu'on considère la suite des années ou l'étendue des lieux. *Voyez* DIRECTION DE L'AIMANT, DÉCLINAISON DE L'AIMANT, au mot AIMANT, & à ces mots particuliers.

L'aiguille de direction, prise dans le premier sens qu'on vient d'exposer, indiquera toujours le nord, & dans le second sens, marque toujours la direction du méridien magnétique; & si on se borne là, une simple aiguille est une aiguille de direction; mais l'aiguille de déclinaison exige, 1°. d'être placée sur une méridienne pour connoître cette déviation; & 2°. d'être mise au milieu d'un cercle gradué pour évaluer la quantité de cette aberration: ainsi, sous ce nouveau rapport, l'*aiguille de direction* diffère de l'*aiguille de déclinaison*.

On observera que lorsqu'on veut connoître avec précision la direction d'une aiguille aimantée, construite à l'ordinaire, il est à propos de commencer par agiter un peu son support, pour lui faire prendre sa véritable direction, & on remarque assez constamment, si la boussole est bonne, que lorsqu'aucune cause ne tend à la faire varier, on a beau agiter le support, l'aiguille tremble, mais elle reste fixe. Lorsque ses variations doivent avoir lieu, le matin & le soir, vers l'ouest ou vers le nord (ainsi qu'on le dira à l'article AIMANT, *cinquième propriété*, *variation*), l'aiguille se dirige au vrai point de sa variation actuelle; & quand elle est arrivée à ce point, ce qui se fait dans le moment, elle y demeure fixe, malgré les secousses légères qu'on continue de donner au support.

M. Knight a fait voir, par plusieurs expériences, que les aimans & les aiguilles de boussoles pouvoient renfermer différens pôles, qui, ayant des propriétés & des vertus toutes contraires, pourroient nuire à leur efficacité, & ne servir qu'à affoiblir les pierres armées & non armées, ainsi que les boussoles. Il trouva, en effet, telles boussoles marines ou compas de route qui avoient quatre, six & jusqu'à huit pôles. Quelque peu de force qu'aient les pôles apparens dans une pierre brute ou dans une aiguille de boussole, il est très-certain que la propriété de l'un étant attractive, & au contraire répulsive dans l'autre pôle qui lui est contigu, il doit s'ensuivre de-là des forces qui se détruisent avec telles combinaisons, qu'il est possible qu'il y ait des cas où l'effet de ces aiguilles seroit absolument nul. Ainsi, dans ce cas si rare, quoique très-possible, une pierre d'aimant, nageant sur l'eau, ou bien l'aiguille de la boussole mise en expérience, n'auroit aucun effet, quant à sa direction, quoique la limaille de fer, semée légèrement tout autour, ne cesse d'y indiquer la vertu attractive. De ce cas extrême, dit M. le Monnier, l'astronome, en formant diverses gradations, il est visible que jusqu'à ce qu'on ait atteint & réussi à n'avoir, dans une pierre, ou dans une boussole, que seulement deux pôles, & qui soient diamétralement opposés, on ne sauroit se flatter de les voir agir; quant à sa direction, avec toute la vivacité dont elles pourroient être susceptibles. On n'ignore pas que le vrai moyen de juger de la vivacité d'une aiguille, ainsi que l'a dit Muschenbroek, consiste à mesurer le nombre d'oscillations qu'elle fait dans un temps donné, & qu'il en doit être de même d'une pierre qui nage à la façon des arabes & des chinois, sur un morceau de liége, à l'abri du vent, dans une eau tranquille & dormante.

Telle fut la première institution des boussoles que pratiquoient les sarrasins, connus dans la mer rouge & aux Indes, sous le nom de pilotes maures, lorsque Louis IX prit Damiette. A cette manière de faire nager la pierre d'aimant sur l'eau, succéda celle de poser légèrement une aiguille à coudre, touchée à une pierre d'aimant sur l'eau; & ensuite dans l'air, lorsqu'on eut adapté une chape au milieu d'une aiguille, pour qu'elle tournât facilement sur un pivot. Cette chape a causé depuis quelques inconvéniens singuliers, savoir, celui de multiplier les pôles de l'aiguille; en sorte qu'elles avoient au moins quatre pôles; savoir, deux pôles opposés de chaque côté de la chape. On sait depuis long-temps que tout morceau d'acier aimanté & ensuite rompu, donne très-vite naissance à un nouveau pôle, aux points de sa rupture: l'ouverture, pour placer la chape, participe sans doute d'un effet aussi constant.

M. Œpinus en a répété l'expérience à Pétersbourg, comme on le voit dans ses recherches sur l'électricité & le magnétisme, publiées en 1759. M. Knight ne l'ignoroit pas, lorsqu'il a découvert la multiplicité de pôles opposés à certaines aiguilles, servant de compas de mer, & lorsqu'il en a conclu dès-lors, le degré de foiblesse que ces pôles entraînoient avec eux par leurs effets contraires aux directions apparentes indiquées par ces aiguilles.

Il y a plus de quatre-vingts ans que *Sturmius* s'apperçut que les aiguilles aimantées & percées pour recevoir une chape, n'avoient pas seulement un pôle boréal & un pôle austral à leurs extrémités, mais qu'il se trouvoit aussi, proche cette chape, deux nouveaux pôles. Il rapporte plusieurs expériences qu'il a faites, & qui prouvent que ces pôles se nuisent dans les aiguilles aimantées, quant aux effets de leur direction. Cet objet est discuté soigneusement dans la seconde partie physique du recueil des curieux de la nature. (*Colleg. naturæ curiosorum*), ainsi que dans le second volume de sa physique élective.

C'est d'après ces observations qu'on donna en Dannemarck une nouvelle forme aux aiguilles de boussole, en ne les perçant point pour éviter la multiplicité des pôles, qui se contrarient. Pour cet effet, on plaça, au milieu de la rose, une lame de cuivre ayant pour chape un métal très-dur & travaillé sur le tour des horlogers. Ensuite on mit parallèlement à cette aiguille de cuivre, garnie d'un bouton coulant pour faire équilibre, d'abord quatre lames de ressort très-minces, deux de chaque côté du centre, afin qu'elles se contre-balancent, & on les posa sur leur épaisseur, & on les fixa proche le diamètre, dans la circonférence de la rose du compas.

Ces quatre aiguilles ou cordes de cercle de la rose du compas, sont à distances égales de part & d'autre du milieu de la chape, ou bien sont censées y avoir été placées sensiblement avec le même écart & avec toutes les précautions possibles. Il est évident que si elles sont non-seulement égales entr'elles, mais aussi d'égale pesanteur, les premiers principes de la statique peuvent indiquer d'abord à l'artiste si son point de rotation est à distances égales de ces mêmes aiguilles; autrement les loix de l'équilibre une fois violées, il appercevroit à chaque essai les défauts, soit des aiguilles, soit de la suspension.

Il y en a qui ont pensé à ne mettre sous la rose qu'une seule aiguille fortement aimantée & posée parallèlement au diamètre de la rose, ou à l'aiguille de cuivre, portée sur la chape du centre, ce qui suffiroit pour indiquer le méridien magnétique. Alors, il ne s'agit que de contre-balancer de l'autre côté du centre ou du point de rotation, cette aiguille, par une autre d'argent ou de cuivre rouge bien pur. On reconnoît que ce métal est pur s'il n'attire pas de moindres aiguilles aimantées très-vives : pour peu qu'il y eût de parcelles de fer mêlées avec le cuivre, on observeroit des attractions.

Au reste, si l'on veut admettre plus d'une aiguille, pour donner à la boussole plus de force & d'activité, il faut qu'il y en ait au moins deux (puisqu'on ne compte pas celle du centre) qui ne soient pas d'acier, mais qui tiennent la place de deux des quatre aiguilles aimantées; & il faut d'ailleurs que la force des aiguilles d'acier soit bien égale,

On peut encore, au lieu de percer les aiguilles, les placer au-dessus de la chape; on peut avoir recours à un curseur ou à un petit appareil semblable aux poupées qui portent les pointes d'un compas à verge, & glissent sur la règle. L'aiguille étant alors en équilibre sur son champ ou épaisseur. *Loix du magnétisme.* 1776.

M. Kotelnikow a proposé d'employer un parallèlipipède d'acier qui soit porté par un cône tronqué fait en bois; il a déterminé algébriquement les dimensions de ce cône, par le moyen du rapport qu'il doit y avoir entre l'aiguille & le cône, pour que le centre de gravité soit au-dessous de la suspension; au reste, on peut faire la même chose avec des contre-poids placés sur les côtés de l'aiguille.

[L'excellence de l'aimant avec lequel on touche l'aiguille, & la grande vertu magnétique qu'elle reçoit dans toutes les circonstances que nous venons de rapporter plus haut, font qu'elle obéit plus facilement aux impressions magnétiques, & que les obstacles du frottement & de la résistance de l'air deviennent comme nuls; mais elle ne prend pas une meilleure direction que si elle eût été moins bien aimantée. En effet, on observe que la direction des aiguilles qui n'ont jamais touché à l'aimant, ou qui ont été trempées après avoir été rougies, celles de toutes les espèces d'aiguilles aimantées sur différentes pierres, de figures & de qualités différentes, & dans quelque partie du monde que ce soit; on observe, dis-je, que la direction de toutes ces aiguilles se fait uniformément suivant le même méridien magnétique particulier à chaque lieu. *Voyez fig.* 450.

Il est arrivé quelquefois que le tonnerre tombé auprès d'une aiguille aimantée, en a changé la direction, & même qu'il lui en a donné une directement contraire; mais ces accidens sont assez rares, & ne doivent point être comptés parmi ceux qui agissent sur l'aiguille aimantée, & qui en changent constamment la direction.

On seroit bien plus porté à croire que les mines de fer, dans le voisinage desquelles se trouveroit une aiguille aimantée, pourroient altérer sa vertu directive : on s'est assuré du contraire en mettant une aiguille très-mobile auprès

d'un morceau d'excellente mine de fer, qui rendoit 23 livres de fer par chaque quintal (110 liv.), sans que l'aiguille en ait été sensiblement dérangée. Mais il y a d'autres causes inconnues, dépendantes sans doute des météores, qui dérangent sensiblement l'aiguille aimantée : par exemple, à la latitude de 41 degrés 10 minutes du nord, & à 28 degrés 0 minutes de longitude du cap Henri, en Virginie, le 2 septembre 1724, l'aiguille aimantée devint d'une agitation si grande, qu'il fut impossible de se servir de la boussole pour faire la route; & on eut beau mettre plusieurs aiguilles en différens endroits du vaisseau, & en aimanter quelques-unes de nouveau, la même agitation continua & dura plus d'une heure, après quoi elle se calma, & l'aiguille se dirigea comme à l'ordinaire.

Il y a quelque apparence que le grand froid détruit, ou du moins suspend la vertu directive de l'aiguille aimantée. Le capitaine Ellis rapporte dans son voyage à la baie d'Hudson, qu'un jour que son vaisseau étoit environné de beaucoup de glace, ses aiguilles aimantées perdirent entièrement leur vertu directive; que pendant que l'une suivoit une certaine direction, l'autre en marquoit une toute différente, & que pas une ne resta long-temps dans la même direction; qu'il tâcha de remédier à ces accidens, en touchant ses aiguilles à un aimant artificiel : mais qu'il y perdit ses peines, & qu'elles perdoient en un moment la vertu qu'elles acquéroient par ce moyen; & qu'il fut bien convaincu, après plusieurs essais, que ce dérangement des aiguilles ne pouvoit être corrigé par l'attouchement de l'aimant; que le moyen qui lui réussit le mieux pour remédier à cet accident, fut de placer ses aiguilles dans un lieu chaud, où elles reprirent effectivement leur activité, & pointèrent juste comme à l'ordinaire: d'où il conclut que le froid excessif, causé par les montagnes de glace dont il étoit environné, en resserrant trop les pores des aiguilles, empêchoit les écoulemens de la matière magnétique de les traverser, & que la chaleur, dilatant ces mêmes pores, rendoit la liberté au passage de cette même matière.]

Une aiguille aimantée étant un véritable aimant artificiel qui jouit de toutes les propriétés de l'aimant naturel, a conséquemment une vertu attractive qui s'étend à une distance plus ou moins grande. Si donc on suppose deux aiguilles aimantées, librement suspendues, & se trouvant dans leur sphère d'activité réciproque, elles agiront l'une sur l'autre, & leur direction primitive & naturelle en sera altérée à proportion de leur mobilité sur le pivot, de leur degré de magnétisme, de la proximité des centres des boussoles, & de l'angle que fait avec les aiguilles la ligne qui joint les centres. M. Blondeau, dans un mémoire inséré dans le tome premier des *mémoires de l'académie de marine*, a examiné dans quel degré de chaque circonstance le dérangement étoit nul, afin qu'on pût se régler en conséquence lorsqu'on veut employer deux boussoles à côté l'une de l'autre, comme dans les habitacles des vaisseaux, ou afin de décider si l'on doit n'en employer jamais qu'une. Une des conséquences les plus importantes que ce physicien ait tirées, c'est que si l'on veut continuer à tenir deux boussoles dans l'habitacle, il faut mettre entre leurs centres au moins trois pieds de distance, tant que les boussoles ne seront pas plus parfaites que celles qui sont fabriquées ordinairement dans nos ports, & davantage à mesure que cette perfection deviendra plus grande par rapport au magnétisme des aiguilles & quant à leur mobilité.

Des masses de fer, placées proche de l'aimant, produiroient de semblables perturbations dans la direction de l'aimant; c'est pourquoi il faut en éloigner les aiguilles de boussole, de sorte que les premières soient hors de la sphère d'activité des aiguilles. *Voyez* BOUSSOLE & AIMANT, ATTRACTION.

Le cuivre jaune a une influence sur la direction de l'aiguille aimantée, & conséquemment on doit l'en éloigner suffisamment. Plusieurs faits prouvent cette vérité. M. Dulac, professeur d'hydrographie à Rouen, & M. le chevalier d'Angos, observèrent un graphomètre fait à Paris par le sieur Canivet, dont l'aiguille aimantée tournoit avec l'instrument, & se fixoit indifféremment sur un point ou sur un autre. Ils firent aimanter cette aiguille plusieurs fois; elle produisit toujours le même phénomène. En lui présentant un barreau aimanté, & en le retirant ensuite, l'aiguille restoit au point où on l'amenoit, & on la fixoit même à douze degrés de sa véritable situation. On présenta ensuite de très-près un compas de proportion de cuivre jaune à l'aiguille de la boussole, & aussitôt cette aiguille suivit les mouvemens du compas. M. d'Angos prit ensuite du cuivre jaune plus matériel, & il amena l'aiguille jusqu'à faire un tour entier

Cet effet vient de ce que le zinc ou la calamine, qui entre dans la composition du cuivre jaune, contient du fer. On doit donc proscrire le cuivre jaune des boussoles, & de toutes les boëtes ou appareils qui renferment des aiguilles aimantées; ou, si on ne veut pas en abandonner l'usage, il faut essayer, chaque fois, le cuivre dont on desire se servir. L'académie des sciences a reçu plusieurs observations semblables à celle qu'on vient de rapporter. On s'est aussi aperçu en Angleterre du même fait; car à présent on n'y construit presque plus de boussole en cuivre. *Voyez* AIMANT, *première propriété*, *attraction*.

L'usage de l'aiguille aimantée étant si avantageux, on doit être curieux d'en connoître la première époque. Un poete du douzième siècle, Guyot de Provins, qui se trouva à la cour de l'empereur

l'empereur Frédéric, tenue à Mayence en 1181, atteste que les pilotes français faisoient usage d'une aiguille aimantée, qu'ils nommoient la marinette, parce que, dans les temps nébuleux, elle indiquoit aux marins l'étoile polaire (Voyez *Abbat Usperg*, & *Fauchet antiquit.*) Mais cette aiguille n'étoit alors que couchée sur du liége ou sur deux brins de paille flottans sur l'eau. Bientôt après on suspendit l'aiguille sur un pivot. Dans le quatorzième siècle, on plaça sur l'aiguille la rose des vents, c'est-à-dire, un carton divisé en 360 degrés, sur lequel on avoit marqué les principaux vents.

On ignore le véritable auteur de l'invention de la boussole. Les Italiens prétendent que Flavio Gioïa construisit à Melphi, au royaume de Naples, la première boussole qui ait paru. Les Français soutiennent que, dès le douzième siècle, on trouve chez eux l'usage de l'aiguille aimantée pour régler la navigation, & que la fleur-de-lis, qu'on met par-tout pour désigner le nord, prouve que les autres nations ont reçu d'eux ce précieux instrument. Les Anglois, renonçant à l'honneur de la découverte, s'attribuent celui du perfectionnement de la boussole amenée à une forme plus commode, en disant qu'on lui donne, en beaucoup d'endroits, le nom de compas de mer (*mariner's compass*). En vain quelques-uns citent-ils ici les Chinois qui, encore aujourd'hui, font nager sur l'eau l'aiguille aimantée, en la plaçant sur un support de liége; il est probable que les Vénitiens qui alloient aux Indes ou à la Chine par la mer rouge, ont fait connoître, dès le treisième siècle, cette précieuse découverte jusqu'au fond de l'Asie.

AIGUILLE DE DÉCLINAISON. L'aiguille de déclinaison est celle qui indique la déviation que fait du vrai nord l'aiguille aimantée, & la quantité de cette aberration, soit vers l'est, soit vers l'ouest. Si l'aiguille avoit une direction constante vers le nord ou vers tout autre point de l'horison, pourvu qu'elle ne changeât jamais, quand une fois on auroit, par exemple, réglé la route du vaisseau pour faire un certain angle avec la direction de l'aiguille, il suffiroit de conserver cet angle toujours le même, dit un célèbre physicien, & l'on seroit assuré que la route ne seroit point changée, ou l'on sauroit du moins de quelle quantité elle est; mais cette direction varie d'un lieu & d'un temps à l'autre; & il y a, sur la surface du globe de la terre, plusieurs endroits où l'aiguille aimantée affecte de se tourner exactement au nord & au sud; & il y en a une infinité d'autres où elle s'en écarte plus ou moins. Cette différence entre la direction de l'aimant & la ligne méridienne du lieu dans lequel on observe, forme la *déclinaison*; & les aiguilles destinées à connoître la quantité de cette différence, se nomment *aiguilles de déclinaison*.

[Lorsqu'on place une *aiguille aimantée* sur une bonne méridienne, ensorte que son pivot soit bien perpendiculaire & dans le plan de cette méridienne, & qu'on la laisse ensuite se diriger d'elle-même suivant son méridien magnétique, on observe qu'elle ne se dirige pas exactement vers les pôles du monde, mais qu'elle en *décline* de quelques degrés, tantôt à l'est, tantôt à l'ouest, suivant les différens lieux, & en différens temps dans le même lieu.

La découverte de cette *déclinaison* de l'*aiguille aimantée*, a suivi de peu de temps celle de sa direction. Il étoit naturel de chercher à approfondir les circonstances de cette vertu directive, & en la mettant si souvent sur la ligne méridienne, on se sera bientôt aperçu qu'elle déclinoit. Thévenot assure dans ses voyages, avoir vû une lettre de *Pierre Adsiger*, écrite en 1269, dans laquelle il est dit que l'*aiguille aimantée* déclinoit de cinq degrés: & M. Delisle, le Géographe, possédoit un manuscrit d'un pilote de Dieppe, nommé *Crignon*, dédié en 1534 à *Sebastien Chabot*, Vénitien, dans lequel on fait mention de la déclinaison de l'*aiguille aimantée*; cependant on fait honneur de cette découverte à Chabot lui-même, à *Gonzales de Oviedo*, à *Robert Normann*, à *Dalencé*, & autres.

Il paroît, au reste, que cette découverte étoit très-connue dans le xvj. siècle; car *Hartmann* l'a observée en Allemagne de 10^d 15^m en l'année 1536. Dans le commencement on attribuoit cette déclinaison de l'*aiguille* à ce qu'elle avoit été mal aimantée, ou à ce que la vertu magnétique s'affoiblissoit; mais les observations réitérées ont mis cette vérité hors de doute.

La variation de la *déclinaison*, c'est-à-dire, ce mouvement continuel dans l'*aiguille aimantée*, qui fait que dans une même année, dans le même mois, & même à toutes les heures du jour, elle se tourne vers différens points de l'horison; cette variation, dis-je, paroît avoir été connue de bonne-heure en France. Les plus anciennes observations sont celles qui ont été faites en 1550 à Paris; l'*aiguille* déclinoit alors de 8^d vers l'est; en 1580 de 11^d 30^m vers l'est; en 1610 de 8^d o vers l'est, jusqu'à ce qu'en 1625, Gellibrand a fait en Angleterre des observations très-exactes sur cette variation.

Pour observer commodément la déclinaison de l'*aiguille aimantée*, il faut tracer d'abord une ligne méridienne bien exacte sur un plan horisontal, dans un endroit qui soit éloigné des murs, ou des autres endroits où il pourroit y avoir du fer; ensuite on placera sur cette ligne la boîte graduée d'une *aiguille* bien suspendue sur son axe, en sorte que le point *O* de la graduation soit tourné & posé bien exactement sur la méridienne du côté du nord. On aura soin que la boîte soit bien horisontale sur le plan, & que rien n'empêche la liberté des vibrations de l'*aiguille*; alors l'extrémité *B* de l'*aiguille* marquera sa déclinaison, qui

sera exprimée par l'arc compris depuis *O* jusqu'à l'endroit vis-à-vis duquel l'*aiguille* est arrêtée. *Voyez fig. 365.*]

La déclinaison de l'aimant étant un objet de la plus grande importance, il est à propos de faire connoitre dans cet article, les diverses constructions d'aiguilles aimantées qui ont été imaginées & exécutées pour observer cette déclinaison.

M. Duhamel, qui s'est beaucoup occupé de l'aimant, a fait construire plusieurs aiguilles de différentes sortes. Cet habile physicien, dans un de ses appareils, avoit une aiguille qui, au lieu d'être suspendue à plat, étoit placée de champ, de manière que sa plus petite épaisseur étoit perpendiculaire au plan de la boîte ; & cela, disoit-il, afin d'éviter les inconvéniens qui résultent des différentes sinuosités, dans les fils de l'acier, & qui dérangent le cours de la matière magnétique. La *fig. 366* représente en H H, une aiguille de déclinaison placée de champ. E D est le style ou pivot ; F F le fond de la boîte.

On voit dans la *fig. 367* une aiguille de 14 pouces de longueur, formée de deux lames qui se touchent exactement.

Dans d'autres appareils il avoit fait exécuter la suspension de M. Antheaume, dont nous avons déjà parlé (au n°. 4 de cet article *aiguille aimantée*,) en traitant de la forme des pivots des aiguilles : *voyez* la *fig. 368.* Cette aiguille a six pouces de longueur ; elle est suspendue sur un petit fuseau de cuivre E F, porté par un pilier de cuivre C D. Ce fuseau se place exactement dans la verticale, au moyen de trois ou quatre balanciers semblables à G G. Afin de pouvoir déterminer les degrés avec plus de précision, on avoit fixé aux deux extrémités de l'aiguille IK, deux fils d'acier très-fins L L, & qui se trouvoient au foyer de deux verres de lunette, placés à une petite distance de la boussole. Cette lunette étoit dirigée vers une portion de cercle éloignée de 52 pieds de la boussole, de manière que le centre de l'aiguille, ou son pivot, étoit aussi celui où aboutissoient les rayons de cette portion de cercle, divisée en degrés & en minutes. En regardant dans la lunette mobile, pour pouvoir être dirigée vers les deux petites aiguilles, on voyoit à quel point de division elles répondoient sur la portion de ce cercle; de sorte qu'une aiguille d'un pied marquoit des variations aussi sensibles que celles qu'indiqueroit une aiguille de 104 pieds de longueur. Ces différentes aiguilles avec leurs boussoles respectives sont gravées dans les *mémoires de l'académie des sciences*, pour l'année 1772, partie II.

Pour observer la déclinaison de l'aiguille aimantée, M. Muschenbroeck se servoit de l'appareil suivant. Une lame d'acier trempée L I, (*fig. 369*), garnie d'une chape au milieu de sa longueur; qui étoit de six pouces, portoit à ses deux extrémités deux portions de cercle de laiton bien mince K L M, *l k m*, attachées avec des vis ; de sorte que cette espèce d'aiguille étant bien aimantée, ses deux parties O K L M, *o l k m*, étoient en équilibre de tout point, & tournoient avec une grande liberté sur un pivot de cuivre, implanté au centre d'un bassin circulaire de cuivre, au bord duquel étoit soudé en dedans un cercle plat de même métal, & divisé en trois cent soixante degrés, par quatre fois quatre-vingt-dix.

Les deux limbes L K M, *l k m*, rasoient, en tournant, le bord intérieur de ce cercle ; & sur le bord extérieur de l'un des arcs K M, il y avoit une division de 60 parties égales entre elles, & qui répondoit à 61 degrés du cercle fixé au bord du bassin : le tout étoit couvert d'un verre blanc attaché à un cercle de cuivre qui emboîtoit le bord supérieur du bassin : par la différence d'$\frac{1}{60}$ entre les deux divisions, non-seulement on pouvoit compter les degrés de déclinaison, mais encore estimer à-peu-près le nombre des minutes. Sur le contour extérieur du bassin deux lignes, diamétralement opposées, étoient tracées ; elles descendoient du bord supérieur jusqu'à la base. L'une de ces lignes venant à plomb du premier point de division d'un des quarts de cercle, servoit avec l'autre, à placer le diamètre de la boussole exactement dans le plan du méridien du lieu. *Art. des Exper.* Tome III, page 426.

Dans les *mémoires de l'académie de marine* (tom. 1, pag. 416 & 422), on trouve quelques manières de suspendre l'aiguille aimantée, de manière à diminuer le frottement. Pour cela, M. Blondeau, qui en est l'auteur, a imaginé deux suspensions différentes. Son but, dans la première, est de partager le poids de l'aiguille entre deux pivots.

D O E F, *figure 370*, est un crochet fixé sur la partie supérieure de l'aiguille aimantée; en O & au-dessous, se trouve un petit enfoncement propre à recevoir le pivot *a* fixé sur une verge de cuivre H *a*, recourbée en H à angles droits, & se prolongeant à-peu-près jusqu'en M, où elle est attachée à une petite chaîne plate, semblable à celle qui roule sur la fusée des montres, mais de tout autre métal que le fer ou l'acier. Cette chaîne passe sur deux poulies très-mobiles G K, portées par une potence S N, à-peu-près comme le fléau d'une balance. A l'extrémité de la chaîne est un contre-poids L, que l'on augmente ou diminue à volonté, pour lui faire faire équilibre à telle partie du poids de l'aiguille qu'on voudra. P est le pied qui supporte toute la machine. H R est un prolongement de la verge H *a*, pour recevoir en T une espèce de curseur destiné à maintenir l'aiguille en équilibre.

M. Blondeau s'est encore servi d'une autre manière de suspendre l'aiguille, par le magnétisme

même. Pour cela, il s'est proposé de résoudre ce problême paradoxal: *Trouver pour l'aiguille aimantée une suspension telle que plus l'aiguille pesera, toutes choses égales d'ailleurs, moins il y ait de frottement.* Voici tout son appareil, qui est fort simple.

A B, *figure 371*, est un cylindre d'acier trempé dur & très-poli, sur-tout à son extrémité B, qui doit être taillée en portion de sphère. C D représente la ligne qui passe par le milieu d'une aiguille aimantée ordinaire. E O F est la coupe d'un bouton conoïde fixé sur l'aiguille, très-poli, sur-tout à son extrémité O. Ayant aimanté, à l'ordinaire, l'aiguille C D & le cylindre A B, que l'on peut appeler le suspenseur, si on le fixe verticalement, & qu'on présente en O le bouton conoïde, il s'y attachera, l'aiguille restera suspendue, & l'adhésion sera d'autant moins grande, que l'aiguille sera plus pesante; d'où il s'ensuit qu'elle sera plus mobile, ce qui donne la solution complète du problême.

A B C D E est une aiguille destinée à recevoir le magnétisme; elle doit être suspendue à l'appareil précédent, & est composée d'un fil d'acier de la grosseur d'une petite plume à écrire, & figurée comme on le voit (*figure 372*). Sa longueur est d'environ six pouces de A en E, en ligne droite; elle est trempée dur, & très-polie sur-tout en C, ou dans la partie qui s'applique au suspensoir de la figure précédente. On l'aimante fortement en frottant à l'ordinaire, sur-tout de B vers A, & de D vers E. *Voyez* MAGNETOMÈTRE.

M. Ingen-Housz a imaginé aussi une nouvelle suspension pour l'aiguille aimantée. L'aiguille, *fig. 374*, est un parallélogramme placé de champ, au lieu de chape; il fixe deux pivots au milieu & dans le champ de l'aiguille; ces deux pivots entrent dans deux chapes d'agate fixées au haut & au fond de la boîte, & l'aiguille tourne librement.

Dans l'article suivant, *aiguilles de variation*, nous ferons connoître d'autres aiguilles aimantées qui servent à connoître, d'une manière très-exacte, la vraie déclinaison de l'aimant.

On trouvera, au mot DÉCLINAISON DE L'AIMANT & à l'article AIMANT, *déclinaison de l'aimant*, d'autres objets particuliers qui ont rapport à ce sujet; c'est-là que nous y ferons connoître, par une table fort étendue, la déclinaison de l'aimant & de l'aiguille aimantée, depuis 1541 jusqu'à l'année 1790. *Voyez* encore le mot BOUSSOLE.

AIGUILLE DE VARIATION DIURNE. La variation diurne périodique de l'aiguille aimantée ne sauroit être à présent contestée; elle a été observée en France, en Angleterre, en Allemagne, & dans divers endroits des quatre parties du monde, par le capitaine Cook. Le P. Cotte l'a observée pendant plusieurs années, savoir depuis 1784; des tables qu'il a formées, il résulte que la variation de l'aiguille suit une période constante pendant laquelle elle tend à s'éloigner du nord vers l'ouest, depuis huit heures du matin jusqu'à neuf heures du soir, & à s'en rapprocher, depuis cette époque, jusqu'à neuf heures du soir. Une nouvelle période de variation a lieu pendant la nuit, dont la fin tombe vers huit heures du matin; c'est le moment où l'aiguille se rapproche le plus du nord. La variation diurne de cinq années a été de quatre degrés 17 minutes 52 secondes, & ce résultat est déduit de 14,270 observations.

En 1788, ce physicien a observé que la plus grande variation de l'année a été de 11 d. 4 m., & que la moindre a été de 2 d. 44 m. Et de ses observations il a résulté, 1°. que les plus grandes variations vers l'ouest ont lieu de midi à 3 heures, & les moindres vers 7 & 8 heures du matin; 2°. que la plus grande agitation a lieu à 8 heures du matin; & ces résultats sont conformes à ceux des années précédentes. On a remarqué, à la fin d'octobre & au commencement de novembre, un écart singulier de l'aiguille vers l'ouest, où elle étoit presque stationnaire; elle s'est rapprochée ensuite du nord, mais elle a été prodigieusement agitée pendant les mois de novembre & de décembre. *Voyez*, au mot AIMANT, *variation de l'aimant.*

Comme on ne peut connoître la loi de cette période qu'avec des instrumens bien sensibles, l'académie des sciences proposa, pour le sujet du prix décerné en 1777, la question suivante: *Quelle est la meilleure manière de fabriquer les aiguilles aimantées, de les suspendre, de s'assurer qu'elles sont dans le vrai méridien magnétique, enfin de rendre raison de leurs variations régulières diurnes?* Le prix fut partagé entre M. Van-Swinden & M. Coulomb. L'académie cita aussi avec éloge une boussole qui avoit été présentée par M. Magny. M. Van-Swinden s'attacha plus particulièrement, dans son mémoire, à faire coïncider ensemble le centre du méridien magnétique avec le centre de gravité. M. Coulomb tourna toute son attention vers la mobilité de l'aiguille, comme nous le verrons bientôt.

M. Van-Swinden, sans entrer dans aucune discussion sur la cause du magnétisme, regarde la force directrice d'une aiguille aimantée, comme appartenant à toutes les parties de cette aiguille, nulle au centre, tendant vers une direction depuis le centre jusqu'à un des pôles, & dans la direction contraire de ce centre à l'autre pôle. « Si on regarde, dit M. de Condorcet, l'aiguille comme une ligne mathématique, que le centre de suspension, celui de figure & celui de magnétisme coïncident ensemble, & que les forces magnétiques soient disposées semblablement des deux côtés du centre, cette ligne prendra la véritable direction magnétique, & la prendra avec la plus grande force possible.

Les recherches sur la fabrique des aiguilles, & la détermination du méridien magnétique, se bornent donc à procurer à une aiguille physique,

ou à une combinaison d'aiguilles, la plus grande ressemblance avec cette aiguille hypothétique. M. Van-Swinden examine, dans un grand nombre d'hypothèses sur la distribution des forces magnétiques, sur la figure des aiguilles, sur la combinaison de plusieurs aiguilles, sur la position du centre magnétique, par rapport à celui du centre de figure & de mouvement, qu'elles sont les différences qui peuvent en résulter entre la direction indiquée & le véritable méridien magnétique, & entre les forces de direction des aiguilles. C'est d'après ces principes de théorie, que M. Van-Swinden détermine ensuite la figure qu'il croit devoir préférer, & les dimensions qu'il convient de donner aux aiguilles. Il explique, d'après les mêmes principes, les différences de direction qui ont lieu entre différentes aiguilles construites de même & placées dans un même lieu, & donne des moyens physiques de diminuer ces différences. Il donne la préférence sur les différentes formes d'aiguilles employées ou proposées jusqu'ici, à des barreaux aimantés plus larges qu'épais, suspendus dans le sens de leur épaisseur, & qui ne sont point percés par le centre; la suspension qu'il préfère est une chape, ou plutôt l'aiguille est armée d'une pointe qui repose sur une plaque de verre, où l'on a pratiqué une petite cavité ». *Savans étrangers*, tome VIII.

Aiguille suspendue selon la méthode de M. Coulomb. Cette méthode consiste à suspendre à un fil de soie de 15 à 20 pouces de longueur, & d'une force suffisante, une aiguille aimantée, libre entre les jambes d'un étrier, au haut duquel le fil est attaché. L'étrier, le fil & l'aiguille sont renfermés dans une boîte, dont toutes les parois sont hermétiquement bouchées, & qui n'a qu'une ouverture fermée d'une glace au-dessus de l'extrémité de l'aiguille, afin de pouvoir observer ses mouvemens, & les mesurer par le moyen d'un micromètre extérieur placé à cette extrémité

Cette suspension est bien plus avantageuse que celle des pivots qui avoit été en usage jusqu'alors, & dans laquelle le seul frottement étoit capable d'anéantir l'effet de la variation diurne qui ne monte qu'à quelques minutes, & à diminuer celui de la déclinaison ordinaire. Le seul inconvénient à craindre pouvoit être celui de la torsion des fils de soie; mais les expériences les plus délicates ont rassuré sur ce point, en montrant que la torsion des soies ne peut influer que d'une manière insensible sur la position des aiguilles aimantées qui y sont suspendues. En effet, M. Coulomb a prouvé qu'un angle de torsion de 222 degrés ne peut produire qu'une minute d'erreurs dans la position de l'aiguille suspendue.

M. de Cassini emploie même un procédé & une préparation qui rendent absolument nul, l'effet de la torsion dans les fils de suspension des aiguilles dont il se sert dans ses observations. Il prend des fils de soie, tels qu'ils sortent du cocon, en nombre suffisant pour qu'ils puissent supporter le poids de l'aiguille avec son équipage, qu'on peut supposer de sept onces. Ces fils étant coupés à la longueur nécessaire, & noués ensemble par les deux bouts, pour ne former qu'un seul fil, on les accroche par l'extrémité supérieure dans une situation verticale, à un point fixe. Pendant l'espace de vingt-quatre heures, on suspend ensuite successivement à l'extrémité inférieure un, deux, trois, & jusqu'à huit petits poids d'un once chacun; après on presse plusieurs fois, & de haut en bas, ces fils ainsi chargés, entre les doigts trempés dans une eau légèrement gommée, afin de les réunir. Au bout de quelques heures, on répète cette opération, mais avec un peu de suif en place de gomme, pour garantir l'effet de l'humidité. Cela fait, on coupe le fil de suspension à la longueur requise, on l'accroche à son étrier dans la boîte placée d'avance, & disposée à demeure, dans le plan du méridien magnétique. On suspend de nouveau, au crochet que porte le fil de suspension à son extrémité inférieure, & on attend que toute oscillation, au cas qu'il y en ait, étant cessée, la direction du crochet indique l'état naturel du fil de suspension. Par le moyen de la vis qui porte le crochet supérieur auquel tient le fil, on tourne le crochet inférieur dans un plan perpendiculaire à celui du méridien magnétique; & c'est alors qu'on substitue au poids l'aiguille aimantée, qui, par ce moyen, se trouve dans la position la plus libre, n'ayant à vaincre aucune torsion quelconque, & ne devant obéir qu'à l'effet de la matière magnétique.

Au mot AIMANT, *cinquième propriété, variation de l'aimant*, nous avons distingué trois sortes de VARIATION, la *variation annuelle*, la *variation menstruelle*, & la *variation diurne*. L'aiguille à suspension de fil de soie, sert aussi bien aux observations des deux premières variations qu'à celles de la variation diurne; & ce n'est qu'en rassemblant celles-ci, qu'on peut connoître celles-là.

Aiguille de M. Magny. Cette aiguille, en forme de losange très-allongé, est suspendue par quatre fils. Un mécanisme très-ingénieux y est adapté pour corriger l'erreur causée par la torsion des fils. On place l'aiguille de manière que les fils n'éprouvent aucune torsion, & alors un indicateur marque zéro sur un cercle. L'aiguille ayant changé de direction pour prendre celle du méridien magnétique, elle produit une torsion dans le fil; on fait alors mouvoir l'indicateur jusqu'au point où il marque le même nombre de degrés que l'aiguille a parcourus, & les fils sont alors détordus. Si l'aiguille change encore sa direction, on change une seconde fois l'indicateur, & ainsi de suite, jusqu'à ce que l'effet de la torsion des fils soit insensible. L'aiguille est contenue dans une boîte surmontée d'une tige où sont les fils. On la rend horisontale, au moyen des quatre

vis placées aux quatre coins. Pour qu'elle soit portative, on y a ajouté un ressort qui maintient l'aiguille dans une position fixe pendant qu'on transporte la machine. Lorsqu'on veut s'en servir, on lâche le ressort, & l'aiguille est alors librement suspendue.

Aiguille d'inclinaison. L'aiguille d'inclinaison est une espèce d'aiguille aimantée qui sert à connoître l'inclinaison d'un corps magnétique, suspendu en équilibre par son centre de gravité, c'est-à-dire, à connoître l'angle que fait ce corps avec l'horison. Pour évaluer avec précision cet angle, on se sert d'une aiguille aimantée d'une construction telle que la suspension & le frottement forment le moins d'obstacle possible à la liberté de ses mouvemens.

Une aiguille aimantée, ordinaire, placée sur son pivot, s'incline à l'horison, aussitôt qu'elle a reçu la touche magnétique, & qu'elle est suspendue librement. C'est pour cet effet que ceux qui les construisent, sont obligés de les faire telles qu'elles ne soient pas en équilibre avant de les aimanter; de rendre, pour cet effet, une partie plus pesante, celle qui est opposée à la moitié de l'aiguille qui doit s'incliner dans l'hémisphère de la terre où on doit s'en servir. Alors lorsqu'on a aimanté cette aiguille, la force magnétique qui tend à la faire incliner, lorsque ses deux moitiés sont également pesantes par elles-mêmes, dans ce cas fait seulement effort pour vaincre le contre-poids, & l'aiguille se tient horisontale. On peut encore employer un curseur, qu'on fait glisser sur la moitié de l'aiguille opposée à celle qui doit s'incliner. Si ces moyens ou d'autres équivalens, ne sont pas employés, il est bien évident qu'une aiguille dont les deux moitiés sont également pesantes, & qui se tient, avant d'être aimantée, dans une ligne horisontale, perdra son parallélisme avec l'horison, lorsqu'elle aura reçu la touche magnétique. Or, la quantité dont elle s'éloigne du parallélisme, est celle de l'inclinaison, qu'on évalue par le nombre de degrés compris entre la ligne horisontale & le bout de l'aiguille, nombre qui varie selon les divers pays, & selon les différens temps. La direction de cette inclinaison n'est pas, non plus la même par tout, puisque l'aiguille aimantée s'incline dans notre hémisphère vers le pôle nord, & dans l'hémisphère méridional, vers le pôle sud du globe de la terre. *Voyez* Aimant, Inclinaison.

La construction la plus simple de l'aiguille d'inclinaison, consiste à mettre un axe à la place de la chape; de cette sorte, le plan de l'aiguille sera posé verticalement. Les deux bouts de l'axe portent alors sur une double fourchette fixée sur une douille, placée au haut d'un pied, comme on le voit dans la *figure* 373. L'extrémité N, tournée vers le nord, s'incline vers le pôle boréal; dans l'hémisphère méridional, cette aiguille auroit une inclinaison opposée; ce seroit le bout S qui seroit incliné vers le pôle sud. On a varié cette construction, ainsi que le représente la *figure* 375. L'aiguille aimantée a son axe fixé dans un anneau suspendu en équilibre dans un autre anneau circulaire plus grand, sur la circonférence duquel sont marqués les degrés depuis 1 jusqu'à 90, dans chaque quart de cercle inférieur. Le nombre de degrés compris entre la ligne horisontale où est le zéro & la pointe de l'aiguille inclinée, exprime la valeur de l'inclinaison magnétique.

L'appareil de la *figure* 376 est moins dispendieux, c'est celui dont on se sert dans les cours de physique. Au lieu du grand cercle de la figure précédente, on n'a conservé que le quart de cercle H K, la ligne horisontale est désignée par les deux points H E; le zéro est en H, & le nombre de degrés compris entre H & le bout de l'aiguille F, indique la quantité de l'inclinaison magnétique. Le support soutient en G l'axe de l'aiguille, & remplace le cercle intérieur de la figure précédente.

Le P. Feuillée, minime, est un des premiers qui ait songé à observer la quantité de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. La *figure* 377, représente l'espèce d'anneau dont il se servoit pour cela. « On y remarquera que l'aiguille, qui est engagée entre deux axes horisontaux & parallèles, peut, à la vérité, se balancer verticalement de bas en haut, & de haut en bas; mais les deux branches de l'axe, dans lesquelles sont les tourillons de l'aiguille, s'opposant à son mouvement horisontal, il faut avoir déterminé la direction de l'aiguille, par l'aiguille précédente, & s'assurer que l'on place l'aiguille dans le plan de cette direction magnétique, comme il paroît par la disposition de son instrument placé verticalement dans le plan H I L M de la déclinaison N O. « Voy. du P. Feuillée. Tom. I. p. 502, & Traité de météorol. du P. Cotte.

La *figure* 73 représente une aiguille d'inclinaison; elle est formée d'un cercle de cuivre A A, qui a un pouce & demi de largeur, & qui porte les divisions; les traverses B B servent à soutenir l'axe de l'aiguille aimantée C C; cet axe repose sur deux feuillets d'agate bien polis.

On donne différentes longueurs aux aiguilles d'inclinaison; on en a fait de quatre pieds de longueur. Mrs. Whiston & Musschenbroëck en ont employé de semblables. On doit éviter deux extrêmes; trop de pesanteur ou trop de légèreté eu égard à la longueur, parce que les défauts de flexion, résulteroient de leur légèreté.

Aiguille d'inclinaison & de déclinaison. M. Buache paroît être le premier qui ait cherché à réunir dans une aiguille la faculté d'indiquer en même-temps la déclinaison & l'inclinaison. Afin que l'aiguille puisse obéir également au mouvement horisontal & à celui qui est vertical, il perce l'aiguille C, *figures* 378 & 379, dans son milieu, pour y laisser passer librement la chape P; aux deux côtés sont

deux tourillons Q R, qui, pesant sur les deux branches S T de la chape, entraînent celle-ci avec eux, & l'obligent de suivre le mouvement horisontal de l'aiguille, tandis que tournant verticalement, sans aucun obstacle, sur les mêmes branches, ils permettent à l'aiguille de suivre l'inclinaison magnétique. L'ouverture, qui est au milieu de l'aiguille, empêche qu'elle ne puisse rencontrer la chape.

Pour connoître les degrés d'inclinaison que parcourt l'aiguille, M. Buache place un quart de de cercle mobile F G, *figure* 380. Ce quart de cercle, tournant autour du pivot de la boussole, sert à deux usages; le premier, à mesurer l'angle d'inclinaison de l'aiguille, & le second, à déterminer sur le cercle horisontal de la boussole qu'il embrasse par une de ses extrémités, & qu'il traverse perpendiculairement, la quantité précise de la déclinaison de l'aiguille, parce que le quart de cercle se place facilement & exactement dans le plan vertical & magnétique de l'aiguille. Ce second avantage doit faire préférer le quart de cercle mobile aux cercles concentriques que quelques-uns tracent sur la surface intérieure du taileau qui porte les divisions de la déclinaison, & qui, pour cette raison, doit avoir au moins un pouce de hauteur.

M. Nairne a décrit une boussole d'inclinaison de son invention dans les Transactions philosophiques, 1776. M. Brugman en a donné une nouvelle dans ses *Tentamina de Magnete*. Ce même savant en a encore décrit une autre inventée par un physicien de Lewardin en Frise. Les mémoires de l'académie de Suéde, contiennent encore d'excellentes recherches de M. Wilke, sur les aiguilles d'inclinaison.

[Cette inclinaison est d'autant plus considérable, que l'aiguille est plus proche des pôles du monde, & d'autant moindre, qu'elle est proche de l'équateur, ensorte que sous la ligne, l'aiguille est parfaitement horisontale. Cette inclinaison, au reste, varie dans tous les lieux de la terre comme la déclinaison; elle varie aussi dans tous les temps de l'année, & dans les différentes heures du jour; & il paroît que les variations de cette inclinaison sont plus considérables que celles de la déclinaison, & pour ainsi dire, indépendantes l'une de l'autre. On peut voir dans la *figure* 381 de quelle manière on dispose l'aiguille pour observer son inclinaison. Mais on n'a pas été long-temps à s'appercevoir qu'une grande partie de cette variation dependoit du frottement de l'axe sur lequel l'aiguille devoit tourner pour se mettre en equilibre; car, en examinant la quantité des degrés d'inclinaison d'une aiguille mise en mouvement, & revenue à son point de repos, on la trouvoit tout-à-fait variable, quoique l'expérience fût faite dans les mêmes circonstances, dans la même heure, & avec la même aiguille: d'ailleurs, on a fait différentes aiguilles avec tout le soin imaginable; on les a faites de même longueur & épaisseur, du même acier; on les a frottées toutes également & de la même manière sur un bon aimant; ç'a été par hasard quand deux se sont accordées à donner la même inclinaison; ces inégalités ont été quelquefois à 10 ou 12 degrés: ensorte qu'il a fallu absolument chercher une méthode de construire des aiguilles d'inclinaison exemptes de ces inégalités. Ce problême a eté un de ceux que l'académie des Sciences a jugé digne d'être proposé aux plus habiles physiciens de l'Europe; & voici les règles que prescrit M. *Dan. Bernoulli*, qu'elle a couronné.

1°. On doit faire ensorte que l'axe des aiguilles soit bien perpendiculaire à leur longueur, & qu'il passe exactement par leur centre de gravité.

2°. Que les tourillons de cet axe soient exactement ronds & polis, & du plus petit diamètre que le permettra la pesanteur de l'aiguille.

3°. Que cet axe roule sur deux tablettes qui soient dans un même plan bien horisontal, très-dur & très-poli. Mais comme l'inflexion de l'aiguille, & la difficulté de placer cet axe exactement dans le centre de gravité, peut causer des erreurs sensibles dans l'inclinaison de l'aiguille aimantée, voici la construction d'une nouvelle aiguille.

On en choisira une d'une bonne longueur, à laquelle on ajustera un axe perpendiculaire, & dans le centre de gravité le mieux qu'il sera possible; on aura un petit poids mobile, comme de 10 grains, pour une aiguille qui en pèse 6000, & on approchera ce petit poids auprès des tourillons jusqu'à environ la 20e. partie de la longueur d'une des moitiés; ensuite on mettra l'aiguille en équilibre horisontalement, avec toute l'attention possible; & lorsqu'elle sera en cette situation, on marquera le lieu du petit poids: alors on l'éloignera des tourillons vers l'extrémité de l'aiguille, jusqu'à ce qu'elle ait pris une inclinaison de 5 degrés. On marquera encore sur l'aiguille le lieu du petit poids, & on le reculera jusqu'à ce que l'inclinaison soit de 10 degrés, & ainsi de suite, en marquant le lieu du petit poids de cinq en cinq degrés. Après ces préparations, on aimantera l'aiguille, en observant que le côté auquel est attaché le petit poids, devienne le pôle boréal pour les pays où la pointe méridionale de l'aiguille s'élève; & qu'il soit au contraire le côté méridional pour les pays où la pointe septentrionale s'élève au-dessus de l'horison.

La manière de se servir de cette boussole d'inclinaison, consiste à mettre d'abord le petit poids à la place qu'on présumera convenir à-peu-près à la véritable inclinaison de l'aiguille; après quoi on l'avancera ou reculera jusqu'à ce que l'inclinaison marquée par l'aiguille s'accorde avec celle que marque le petit poids; & de cette manière, l'inclinaison de l'aiguille sera la véritable inclinaison.

L'action de l'aimant, du fer, & des autres corps magnétiques, mis dans le voisinage d'une aiguille aimantée, est capable de déranger beaucoup sa

direction : il faut bien se souvenir que l'aiguille aimantée est un véritable aimant qui attire ou est attiré par le fer & les corps magnétiques, suivant cette loi uniforme & constante, que les pôles de différens noms s'attirent mutuellement, & ceux de même nom se repoussent : c'est pourquoi si on présente une aiguille aimantée à une pierre d'aimant, son extrémité boréale sera attirée par le pôle du sud de l'aimant, & la pointe australe par le pôle du nord ; au contraire le pôle du nord repoussera la pointe boréale, & le pôle du sud repoussera pareillement la pointe australe. La même chose arrivera avec une barre de fer aimantée, ou simplement avec une barre de fer tenue verticalement, dont l'extrémité supérieure est toujours un pôle austral, & l'extrémité inférieure un pôle boréal. Mais ce dernier cas souffre quelques exceptions, parce que les pôles d'une barre de fer verticale ne sont pas les mêmes par toute la terre, & qu'ils varient beaucoup en cette sorte.

Dans tous les lieux qui sont sous le cercle pôlaire boréal & le 10e. degré de latitude nord, le pôle boréal de l'aiguille aimantée sera toujours attiré par la partie supérieure de la barre, & la pointe du sud par la partie inférieure ; & on aura beau renverser la barre, la pointe boréale de l'aiguille sera toujours attirée par le bout supérieur quel qu'il soit, pourvu que la barre soit tenue bien verticalement. A la latitude de 9 degrés 42 minutes N. la pointe australe de l'aiguille étoit fortement attirée par l'extrémité inférieure de la barre ; mais la pointe boréale n'étoit pas si fortement attirée par la partie supérieure qu'auparavant.

A 4 degrés 33 minutes de latitude N. & 5 degrés 18 minutes de longitude du cap Lésard, la pointe boréale commençoit à s'éloigner de la partie supérieure de la barre, & la pointe australe étoit encore plus vivement attirée par le bas de la barre.

A 0 degrés 52 minutes de latitude méridionale, & 11 degrés 52 minutes à l'occident du cap Lésard, la pointe boréale de l'aiguille n'étoit plus attirée par le haut de la barre, non plus que par sa partie inférieure ; la pointe australe se tournoit toujours vers la partie inférieure, mais moins fortement.

A la latitude de 5 degrés 17 minutes méridionales, & 15 degrés 9 minutes de longitude du cap Lésard, la pointe méridionale se tournoit vers l'extrémité inférieure de la barre d'environ deux points ; & lorsqu'on éloignoit la barre, l'aiguille reprenoit sa direction naturelle après quelques oscillations : mais le même pôle de l'aiguille ne se tournoit point du tout vers le bord supérieur de la barre, & la pointe septentrionale n'étoit attirée ni par le bord supérieur, ni par l'inférieur ; seulement en mettant la barre dans une situation horisontale & dans le plan du méridien, le pôle boréal de l'aiguille se dirigeoit vers l'extrémité tournée au sud, & la pointe australe vers le bout de la barre tourné du côté du nord, ensorte que l'aiguille s'écartoit de sa direction naturelle de 5 ou 6 points de la boussole, & non davantage : mais en remettant la barre dans sa situation perpendiculaire, & mettant son milieu vis-à-vis de l'aiguille, elle suivoit sa direction naturelle comme si la barre n'y eût point été.

A la latitude de 8 degrés 17 minutes N. & à 17 degrés 35 minutes ouest du cap Lésard, la pointe boréale de l'aiguille ne se tournoit plus vers la partie supérieure de la barre, au contraire, elle la fuyoit : mais le pôle austral se détournoit un peu vers le bord inférieur, & changeoit sa position naturelle d'environ deux points : mais en mettant la barre dans une situation inclinée, de manière que le bout supérieur fût tourné vers la pointe australe de l'aiguille, & le bout inférieur vers la pointe boréale, celle-ci étoit attirée par le bout inférieur : mais lorsqu'on mettoit le bout supérieur vers le nord, & le bout inférieur vers le sud, la pointe boréale fuyoit celui-ci ; & si on tenoit la barre tout-à-fait horisontalement, il arrivoit la même chose que dans les observations précédentes.

A 15 degrés 0 minutes de latitude du sud, & 20 degrés 0 minutes de longitude occidentale du cap Lésard, le pôle austral de l'aiguille a commencé à regarder le bout supérieur de la barre, & la pointe boréale s'est tournée vers le bout inférieur d'environ un point de boussole : mais en tenant la barre horisontalement, le pôle boréal s'est tourné vers le bout de la barre qui regardoit le sud, *& vice versâ.*

A 20 degrés 20 minutes de latitude sud, & 19 degrés 20 minutes de longitude occidentale du cap Lésard, la pointe australe de l'aiguille s'est tournée vers le haut bout de la barre, & la pointe boréale vers le bout inférieur, & assez vivement ; ensorte que l'aiguille s'est dérangée de sa direction naturelle d'environ quatre points.

Enfin à 29 degrés 23 minutes de latitude méridionale, & 13 degrés 10 minutes de longitude occidentale du méridien du cap Lésard, les mêmes choses sont arrivées plus vivement, & cette direction a continué d'être régulière jusqu'à une plus grande latitude méridionale.

Il paroît donc que la vertu polaire d'une barre de fer que l'on tient verticalement, n'est pas constante par toute la terre comme celle de l'aimant ou d'un corps aimanté ; qu'elle s'affoiblit considérablement entre les deux tropiques, & devient presque nulle sous la ligne ; & que les pôles sont changés réciproquement d'une hémisphère à l'autre.]

AIGUILLE ÉLECTRIQUE. On donne ce nom à une petite pièce de métal de la forme d'une *S*

capitale, dont les deux extrémités sont un peu aiguës, & qui est percée au milieu pour y recevoir une chape de boussole. Il est facile de simplifier ce petit appareil, en courbant, en sens contraire, les deux extrémités d'une petite tige de cuivre dans l'épaisseur de laquelle on aura pratiqué une cavité conique avec un foret. Les *figures* 11 & 12 représentent ces deux aiguilles. Si on les place sur un pivot, & celui-ci sur le conducteur électrisé, on les verra bientôt tourner avec rapidité; la vîtesse sera ensuite si grande, qu'on aura peine à distinguer la figure des aiguilles. Dans l'obscurité, on apercevra, lorsque le mouvement commencera à être imprimé aux aiguilles, une aigrette électrique; *voyez* AIGRETTE. Mais, lorsque le mouvement de rotation sera très-rapide, on n'apercevra plus qu'un cercle de lumière. Ce dernier phénomène ressemble à celui d'un tison enflammé, agité circulairement avec une grande vîtesse, & qui n'offre plus aux yeux qu'un cercle de feu. L'aiguille électrique tournant rapidement, la lumière des aigrettes paroît continue, parce que les impressions que les aigrettes ont faites successivement dans l'œil, persévèrent en même temps.

La cause du mouvement de ces aiguilles vient de celui des aigrettes électriques qui, débouchant dans l'air, le frappent avec une très-grande vîtesse. Cet air, ainsi frappé, oppose une résistance au choc du fluide électrique qui sort en aigrettes, & force chaque extrémité de l'aiguille à reculer, ce qui ne peut se faire, sans produire un mouvement de rotation, à cause de la construction de l'aiguille qui est en équilibre sur son pivot.

Si on suspend, sur une même chape, ensemble plusieurs aiguilles dont les longueurs de haut en bas seront proportionnellement plus petites, on verra plusieurs cercles de feux décroissans; & si elles sont assez près les unes des autres, on apercevra une pyramide lumineuse.

On a encore imaginé de faire tourner ces aiguilles en les plaçant perpendiculairement à l'horison, avec un axe horisontal, *voyez* PLAN INCLINÉ ÉLECTRIQUE; *voyez* encore ARBRE ÉLECTRIQUE.

AILE DE L'OREILLE. *Voyez* OREILLE.

AIMANT. C'est une espèce de pierre ferrugineuse, ou de mine de fer dans laquelle on remarque des propriétés particulières, comme celle, par exemple, d'attirer le fer, de se diriger vers une partie déterminée du globe, &c.; propriétés dont nous parlerons dans un instant. Si l'utilité doit faire placer un objet dans le premier rang, l'aimant doit, sans contredit, le mériter. Cette pierre de couleur sombre, n'a pas le brillant ni l'éclat des pierres précieuses & du diamant, propres à embellir la beauté, & à orner la couronne des souverains; mais elle a fait découvrir le nouveau monde.

L'aimant est une mauvaise mine de fer; mais il n'est ni fusible ni malléable comme les métaux. Il est dur & cassant; sa couleur est ordinairement noirâtre, quelquefois tirant sur le brun: on en voit cependant de grisâtre & même de blanchâtre. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle du fer, & plus grande que celle des pierres qui ont à-peu-près le même degré de dureté.

L'aimant, d'un grain fin & serré, a une pesanteur spécifique, comparée à celle de l'eau, comme 42,437 est à 10,000. Un pouce cube de cet aimant pèse conséquemment deux onces six gros, & un pied cube 297 livres 0 onces 7 gros 40 grains. D'autres variétés ont des poids différens.

On a vu la rouille de fer, mêlée avec des parties grasses & de la pierre commune, former, par succession de temps, un composé tout-à-fait semblable à l'aimant naturel. *Hist. de l'Acad.* 1731. Il y a quelques basaltes qui sont de la nature de l'aimant, ou du moins qui en ont les propriétés; tel est celui de Drevin. M. de Morveau a observé que des morceaux de ce basalte avoient deux pôles distincts: les expériences ont été faites avec un barreau aimanté.

On trouve de l'aimant dans diverses parties de l'Asie & de l'Europe; c'est dans l'Asie qu'il a d'abord été découvert. On en tire d'excellens de la Norwège, de la Suède & de l'Allemagne; il y en a dans la Chine, dans les Indes orientales. On en trouve beaucoup dans les Philippines, & sur-tout aux îles Bohol, Jolo & Mindanao. Il y en a dans l'Italie, dans l'Espagne, & même en France, sur-tout du côté de l'Auvergne; mais en général, il y est rare & mauvais. On en tire encore de l'île de Candie (ancienne île de Crète); de l'île de Serfo, des côtes d'Arabie & de celles de Guinée. La Judée en contient, car l'aimant, connu des Hébreux sous le nom de *Schabol*, entroit dans leurs remèdes, & ils le trouvoient dans les contrées occupées par les tribus de Gad, d'Aser & d'Isachar.

Il y a aussi quelques aimans en Afrique; on en a tiré dans le Bambouc d'excellens dont on a envoyé plusieurs morceaux en France, au rapport de l'auteur de l'*Histoire générale des voyages*. (Tom. II, pag. 644). On en trouve en Amérique. On fit voir à Gemelli-Caréri, dans un cabinet de raretés, au Méxique, une pierre d'aimant, de la grosseur d'une pomme ordinaire qui enlevoit dix livres de fer. De plus le corrégiment de Copiapo au Chili, produit quantité de pierres d'aimant. *Idem.* Tom. XI & XIII, pages 536 & 144.

Il y a beaucoup d'aimans dans les mines de fer de l'île d'Elbe: le mont *Calamita* ou d'aimant, est un amas d'aimant & d'autres mines de fer. L'aimant qu'on tire de cette montagne, est quelquefois si fort, qu'un petit morceau attaché à un aimant, soutient un poids de plusieurs onces. Mais les morceaux qu'on rencontre sur la superficie de la terre, quelque grosseur qu'ils aient, ont généralement

seulement peu de force, à cause qu'ils ont été long-temps exposés à l'action de l'air, des eaux, & principalement à l'ardeur du soleil. *Observat. minéralog.*, &c. du P. Pini.

Comme il y a différentes sortes d'aimant, il est à propos d'avoir des signes qui indiquent leur bonté. La couleur n'est pas un indice certain de leur qualité. On sait qu'il y a des aimans blancs; Kolbe en parle dans sa description du Cap de Bonne-Espérance, où on en trouve quelques-uns qui ont beaucoup de vertu. Il en est de même des aimans rouges que fournit l'Arabie. Les aimans bleus sont rarement bons; mais on en a vu qui étoient assez vigoureux, & autant que les noirs qu'on tire de la Macédoine. Cependant, en général, le plus grand nombre des bons aimans est noir, & même d'un noir foncé.

Des signes plus sûrs de la bonté des aimans que la couleur, sont la densité, la dureté, l'homogénéité de leur substance, d'où résulte un certain brillant ou luisant qui ne trompe guère. Néanmoins la meilleure marque, c'est la quantité de limaille de fer, dont un aimant se couvre, lorsqu'après l'y avoir plongé, on l'en retire. S'il porte, non armé, ni taillé, de petites masses ferrugineuses, on sera encore plus assuré de son efficacité.

[Cette pierre fameuse a été connue des anciens; car nous savons, sur le témoignage d'Aristote, que Thalès, le plus ancien philosophe de la Grèce, a parlé de l'*aimant*: mais il n'est pas certain que le nom employé par Aristote soit celui dont Thalès s'est servi. Onomacrite, qui vivoit dans la LX.me olimpiade, & dont il nous reste quelques poésies, sous le nom d'*Orphée*, est celui qui nous fournit le plus ancien nom de l'*aimant*; il l'appelle μαγνήτης. Hippocrate, (*lib. de sterilib. Mulier.*), a désigné l'aimant sous la périphrase *de la pierre qui attire le fer*, λίθος ἥτις τὸν σίδηρον ἁρπάζει.

Les arabes & les portugais se servent de la même périphrase, que Sextus Empiricus a exprimée en un seul mot, σιδηραγωγός. Sophocle, dans une de ses pièces qui n'est pas venue jusqu'à nous, avoit nommé l'*aimant* Λυδία λίθος, *pierre de lydie*. Hésychius nous a conservé ce mot, aussi bien que Λυδικὴ λίθος, qui en est une variation. Platon, dans le Timée, appelle l'*aimant* Ἡρακλεία λίθος, *pierre d'héraclée*, nom qui est un des plus usités parmi les Grecs.

Aristote a fait plus d'honneur que personne à l'*aimant*, en ne lui donnant point de nom, il l'appelle ἡ λίθος, *la pierre par excellence*. Themipius s'exprime de même. Théophraste, avec la plupart des anciens, a suivi l'appellation déjà établie de λίθος Ἡρακλεία.

Pline, sur un passage mal entendu de ce philosophe, a cru que la pierre de touche, *cotticula*, qui, entre ses autres noms, a celui de Λυδὴ λίθος, avoit de plus celui d'Ἡρακλεία commun avec l'*aimant*: les Grecs & les Latins se sont aussi servis du mot σιδηρῖτις tiré de σίδηρος, *fer*, d'où est venu le vieux nom françois *pierre ferrière*. Enfin, les Grecs ont diversifié le nom de μαγνήτης en diverses façons: on trouve dans Tzetzès μαγνῆσσα λίθος; dans Achille Tatius, μαγνησία; μαγνῆτις dans la plupart des auteurs; μαγνῖτις dans quelques-uns, aussi-bien qu'Ὁ λίθος μαγνίτης, par la permutation de η en ι, familière aux Grecs dès les premiers temps; & μάγνης, qui n'est pas de tous ces noms le plus usité parmi eux, est presque le seul qui soit passé aux latins.

Pour ce qui est de l'origine de cette dénomination de l'*aimant*, elle vient manifestement du lieu où l'*aimant* a d'abord été découvert. Il y avoit dans l'Asie mineure deux villes appelées *Magnétie*: l'une auprès du Méandre; l'autre sous le mont Sypile, cette dernière qui appartenoit particuliérement à la Lydie, & qu'on appeloit aussi *Héraclée*, selon le témoignage d'*Œlius Dyonisius* dans *Eustate*, étoit la vraie patrie de l'*aimant*. Le mont Sypile étoit sans doute fécond en métaux, & en *aimant* par conséquent; ainsi, l'*aimant* appelé *magnes* du premier lieu de sa découverte, a conservé son ancien nom, comme il est arrivé à l'acier & au cuivre, qui portent le nom des lieux où ils ont été découverts: ce qu'il y a de singulier, c'est que le plus mauvais *aimant* des cinq espèces que rapporte *Pline*, étoit celui de la magnésie d'Asie mineure, première patrie de l'*aimant*, comme le meilleur de tous étoit celui d'Éthiopie.

Marbodœus dit, que l'*aimant* a été trouvé chez les Troglodytes, & que cette pierre vient aussi des Indes. *Isidore de Séville* dit que les Indiens l'ont connu les premiers; &, après lui, la plupart des auteurs du moyen & bas-âge, appellent l'*aimant*, *Lapis indicus*, donnant la patrie de l'espèce à tout le genre.

Les anciens n'ont guère connu de l'*aimant* que sa propriété d'attirer le fer; c'étoit le sujet principal de leur admiration, comme l'on peut voir par ce beau passage de *Pline*: *Quid lapidis rigore pigrius? Ecce sensus manusque tribuit illi natura. Quid ferri duritie pugnacius? Sed cedit & patitur mores: trahitur namque à Magnete lapide, domitrixque illa rerum omnium materia ad inane nescio quid currit, atque ut propiùs venit, assistit teneturque, & complexu hæret. Pline, lib. XXXVI, cap. xvj.*

Cependant, il paroît qu'ils ont connu quelque chose de sa vertu communicative. *Platon* en donne un exemple dans Lyon, où il décrit cette fameuse chaîne d'anneaux de fer suspendus les uns aux autres, & dont le premier tient à l'*aimant*. *Lucrèce*, *Philon*, *Pline*, *Gallien*, *Némésius*, rapportent le même phénomène, & *Lucrèce* fait de

plus mention de la propagation de la vertu magnétique au travers des corps les plus durs, comme il paroît dans ces vers :

Exultare etiam Samothracia ferrea vidi,
Et ramenta simul ferri furere intus ahenis
In scaphiis, lapis hic magnes cum subditus esset.

Mais on ne voit, par aucun passage de leurs écrits, qu'ils aient rien connu de la vertu directive de l'*aimant ;* on ignore absolument dans quel temps on a fait cette découverte, & on ne sait pas même au juste quand est-ce qu'on l'a appliquée aux usages de la navigation.

Il y a toute apparence que le hasard a fait découvrir à quelqu'un que l'*aimant*, mis sur l'eau dans un petit bateau, se dirigeoit constamment nord & sud, & qu'un morceau de fer aimanté avoit la même propriété : qu'on mit ce fer aimanté sur un pivot afin qu'il pût se mouvoir plus librement : qu'ensuite on imagina que cette découverte pourroit bien être utile aux navigateurs pour connoître le midi & le septentrion, lorsque le temps seroit couvert, & qu'on ne verroit aucun astre ; enfin, qu'on substitua la boussole ordinaire à l'aiguille aimantée, pour remédier aux dérangemens occasionnés par les secousses du vaisseau. Il paroît au reste que cette découverte a été faite avant l'an 1180. (*Voyez* l'article AIGUILLE AIMANTÉE, où l'on traite plus particuliérement de cette découverte.)

Chaque aimant a deux *pôles* dans lesquels réside la plus grande partie de sa vertu : on les reconnoît en roulant une pierre d'*aimant* quelconque dans de la limaille de fer ; toutes les parties de cette limaille qui s'attachent à la pierre, se dirigent vers l'un ou l'autre de ces pôles, & celles qui sont immédiatement dessus sont en ces points perpendiculairement hérissées sur la pierre : enfin la limaille est attirée avec plus de force & en plus grande abondance sur les pôles que par-tout ailleurs. Voici une autre maniere de connoître les pôles : on place un *aimant* sur un morceau de glace polie, sous laquelle on a mis une feuille de papier blanc : on répand de la limaille peu-à-peu sur cette glace autour de l'*aimant*, & on frappe doucement sur les bords de la glace pour diminuer le frottement qui empêcheroit les molécules de limaille d'obéir aux écoulemens magnétiques ; aussitôt on apperçoit la limaille prendre un arrangement régulier, tel qu'on l'observe dans la figure, dans lequel la limaille se dirige en lignes courbes *AEB*, *AEB*, *fig. 333*, à mesure qu'elle est éloignée des pôles, & en lignes droites *AA*, *BB*, à mesure qu'elle s'en approche ; en sorte que les pôles sont les points où convergent toutes ces différentes lignes courbes & droites.

Maintenant on appelle *axe* de l'*aimant*, la ligne droite qui le traverse d'un pôle à l'autre ; & l'*équateur* de l'*aimant* est le plan perpendiculaire qui le partage par le milieu de son axe. Or, cette propriété de l'*aimant* d'avoir des pôles est comme essentielle à tous les *aimans ;* car on aura beau casser un *aimant* en tant de morceaux que l'on voudra, les deux *pôles* se trouveront toujours dans chaque morceau. Cette *polarité* de l'*aimant*, ne vient point, comme on l'a cru, de ce que les mines de l'*aimant* sont dirigées *nord* & *sud ;* car il est très-certain que ces mines affectent, comme les autres, toutes sortes de directions, & nommément il y a dans le *Devonshire* une mine d'*aimant*, dont les veines sont dirigées de l'*est* à l'*ouest*, & dont les pôles se trouvent aussi dans cette direction : mais les pôles de l'*aimant* ne doivent point être regardés comme deux points si invariables qu'ils ne puissent changer de place ; car *M. Boile* dit, qu'on peut changer les pôles d'un petit morceau d'*aimant*, en les appliquant contre les pôles plus vigoureux d'une autre pierre ; ce qui a été confirmé de nos jours par *M. Gwarin Knight*, qui peut changer à volonté les pôles d'un *aimant* naturel, par le moyen des barreaux de fer aimantés.

On a donné aux pôles de l'*aimant* les mêmes noms qu'aux pôles du monde, parce que l'*aimant* mis en liberté, a la propriété de diriger toujours ses pôles vers ceux de notre globe ; c'est-à-dire, qu'un *aimant* qui flotte librement sur une eau dormante, ou qui est mobile sur son centre de gravité, ayant son axe parallèle à l'horison, s'arrêtera constamment dans une situation telle, qu'un de ses pôles regarde toujours le nord, & l'autre le midi : & si on le dérange de cette situation, même en lui en donnant une directement contraire, il ne cessera de se mouvoir & d'osciller jusqu'à ce qu'il ait retrouvé sa première direction. En Angleterre, on est convenu d'appeler *pôle austral de l'aimant*, celui qui se tourne vers le nord ; & *pôle boréal*, celui qui se tourne vers le sud. Cette façon de s'exprimer n'est point en usage en France : on y appelle pôle du nord, la partie de l'*aimant* qui se dirige vers le nord ; & pôle du sud, celle qui se dirige vers le sud. Le méridien magnétique est le plan perpendiculaire à l'*aimant*, suivant la longueur de son axe, qui passe par conséquent par les pôles.

Lorsque après avoir bien reconnu les pôles & l'axe d'un *aimant*, on le laisse flotter librement sur un liège, le vaisseau dans lequel il flotte étant posé sur une méridienne exactement tracée, on s'appercevra que les pôles de l'*aimant* ne regardent pas précisément ceux du monde, mais qu'ils en déclinent plus ou moins à l'est ou à l'ouest, suivant les différens lieux de la terre où se fait cette observation. Cette déclinaison de l'*aimant* varie aussi chaque année, chaque mois, chaque jour, & même à chaque heure dans le même lieu. (*Voyez* l'*article* AIGUILLE AIMANTÉE, où l'on en traite plus particuliérement.)

Pareillement, si l'on fait nager sur du mercure un *aimant sphérique*, après en avoir bien reconnu l'axe & les pôles, il se dirigera d'abord à-peu-près nord & sud; mais on remarquera aussi que son axe s'inclinera d'une manière constante; en sorte que dans nos climats le pôle austral s'incline, & le pôle boréal s'élève; & au contraire dans l'autre hémisphère. Cette inclinaison varie aussi dans tous les lieux de la terre, & dans tous les temps de l'année, comme on peut le voir à l'*article* AIGUILLE AIMANTÉE, où l'on en parle plus amplement.

Les pôles de l'*aimant* sont, comme nous l'avons dit précédemment, des points variables que nous sommes quelquefois les maîtres de produire à volonté, & sans le secours d'aucun *aimant*, comme nous verrons qu'il est facile de le faire par les moyens que nous exposerons dans la suite; car lorsqu'on coupe doucement & sans effort un *aimant* par le milieu de son axe, chacune de ses parties a constamment deux pôles, & devient un *aimant* complet: les parties qui étoient contiguës sous l'équateur avant la section, & qui n'étoient rien moins que des pôles, le sont devenues, & même pôles de différens noms; en sorte que chacune de ces parties pouvoit devenir également pôle boréal ou pôle austral, suivant que la section se seroit faite plus près du pôle austral ou du pôle boréal du grand *aimant*: & la même chose arriveroit à chacune de ces moitiés, si on les coupoit par le milieu de la même manière. *Voyez fig. 334.*

Mais, si au lieu de couper l'aimant par le milieu de son axe AB, on le coupe suivant sa longueur *fig. 335*, on aura pareillement les pôles *aa*, *bb*, dont ceux du même nom feront dans chaque partie, du même côté qu'ils étoient avant la section, à la réserve qu'il se sera formé dans chaque partie un nouvel axe *ab*, *ab*, parallèle au premier, & plus ou moins rentré au-dedans de la pierre, suivant qu'elle aura naturellement plus de force magnétique. *Voyez* PÔLE MAGNÉTIQUE & CENTRE MAGNÉTIQUE.].

L'aimant a sept propriétés, savoir: celle de l'*attraction*, de la *répulsion*, de la *direction*, de la *déclinaison*, de la *variation*, de l'*inclinaison*, et de la *communication*.

Première propriété. Attraction. L'attraction magnétique est une des propriétés de l'aimant qui s'est offerte la première dans les temps les plus reculés. On a prétendu qu'un berger, qui avoit des clous à ses souliers, marchant sur une roche d'aimant, avoit éprouvé une résistance à se mouvoir, par une effet de l'attraction magnétique. D'autres on cru qu'ayant enfoncé dans la terre sa houlette, armée d'une pointe de fer par le bout, il sentit, en la retirant, une adhérence marquée, & que cette effet lui fit bientôt découvrir la cause de cette résistance, en fouillant la terre, puisqu'alors il trouva un aimant. Les vrais physiciens auront de la peine à croire la réalité de ces anecdotes, parce que l'aimant non armé n'a pas assez de force pour produire une attraction & une adhérence capables d'indiquer de cette manière son existence dans la terre.

Thalès de Milet, 600 ans avant l'ère chrétienne, a parlé de l'attraction de l'aimant. Platon a connu ce phénomène, puisqu'il fait mention de l'expérience d'une pierre qui tient suspendus plusieurs anneaux de fer, comme s'ils formoient une chaîne: *ut longissima annulorum ferreorum series continuo quodam nexu aptetur.* Dialog. Jon.

Galien dit que cette vertu attractive a quelque chose de divin; Aphrodise assure qu'elle n'est bien connue que de Dieu seul. Saint Augustin rapporte dans la *cité de Dieu.* Liv. 21, chap. 4, que la première fois qu'on lui fit voir une pierre d'aimant qui enlevoit le fer avec une grande rapidité, il en fut tout épouvanté: *magnetem lapidem novimus mirabilem ferri raptorem; quod cùm primum vidi, vehementer inhorrui.* Si nous n'avions jamais vu ni oui parler des phénomènes de l'aimant, nous serions pénétrés du même étonnement, lorsque nous serions témoins pour la premiere fois des propriétés presque magiques de l'aimant.

L'attraction qui règne entre l'aimant, & le fer ou l'acier, est démontrée par plusieurs expériences que tout le monde peut répéter facilement.

Première expérience. Suspendez en équilibre un morceau de fer à un bras de balance, & présentez, au-dessous de ce fer, à une distance convenable, un aimant, soit naturel, soit artificiel; le morceau de fer sera aussitôt attiré, & l'équilibre rompu. Le fer suspendu par un cordon s'élevera ou s'abaissera selon que l'aimant sera presenté au-dessus ou au-dessous du fer. *Voyez* la *figure* 336.

Seconde expérience. Placez une aiguille d'acier non aimantée sur son pivôt, comme on le voit dans la *figure* 337; approchez un aimant, ou barreau d'acier aimanté, vous verrez aussi-tôt l'extrémité de l'aiguille, qui est la plus proche, se mouvoir vers l'aimant; & après plusieurs oscillations, se fixer de ce côté.

Troisième expérience. Faites surnager, par le moyen d'un liége, un fil de fer *a*, *b*, et présentez l'aimant B, A, vous verrez bientôt le fer attiré, s'approcher de l'aimant. On fait quelquefois cette expérience en substituant au fil de fer placé sur le liége, un petit cygne d'émail, qui, étant creux, surnage de lui-même; il tient à son bec un fil de fer. Il obéit également à la force attractive, (*figure* 338).

Quatrième expérience. Présentez un aimant à de la limaille de fer, à des cloux, à de petites clefs: aussitôt, ces différens corps seront attirés par l'aimant qui les tiendra suspendus en l'air, malgré leur gravité. L'attraction magnétique aura même tant de force, qu'en soufflant, sur un côté de l'an-

neau de la clef, celle-ci tournera très-vîte en pirouettant, sans que la séparation ait lieu.

C'est par un effet de l'énergie de cette attraction, que les aimans armés portent des poids très-considérables. *Voyez* ARMURE. Dans le cabinet de la société royale de Londres, il y a un aimant naturel dont la force attractive se fait sentir à environ neuf pieds de distance. L'histoire de l'académie des sciences de Paris fait mention d'une pierre d'aimant de onze onces qui portoit 28 livres de fer, c'est-à-dire, plus de 40 fois son poids (année 1702, page 18.)

La force d'un aimant dépend en général, & toutes choses égales, de sa grosseur; un aimant plus gros, soit naturel, soit artificiel, est plus fort qu'un plus petit. Cependant on a vu des aimans de petites dimensions attirer de plus loin & porter davantage que de grands aimans. L'homogénéïté & la dureté, la couleur noire, sont en général des indices qui annoncent de bons aimans. La manière de tailler une pierre d'aimant contribue beaucoup à sa force, en ne lui faisant rien perdre de ses avantages naturels.

L'attraction magnétique est d'autant plus grande, que la distance où elle s'exerce est plus petite, comme on le verra bientôt; & au point de contact, elle est, toutes choses égales, la plus grande possible. On peut faire aisément ces sortes d'expériences par le moyen de la balance, comme dans la *figure* 336. *Voyez* ATTRACTION *magnétique*.

Les aimans artificiels attirent & portent de plus grands poids que les aimans naturels; & rien n'approche de la force de ceux dont nous allons parler.

De ses premiers essais, M. l'abbé le Noble fit deux aimans en fer à cheval beaucoup plus forts que ceux qu'on connoissoit. Le premier qui ne pesoit qu'un peu plus de 5 livres; &, avec ses vis, écrous, contacts, &c. 6 livres, juste, portoit 100 livres. Si on lui donne quelques livres de moins, par exemple, si on ne lui fait porter que 90 livres, il reste toujours chargé. Au point de 100 livres le contact quitte. Dans cette séparation, cet aimant perd beaucoup, comme cela arrive en général à tous les aimans; et il tombe tout de suite à 38 livres environ. Il acquiert par la suite, en le chargeant par dégrés, & en lui donnant peu à la fois; mais ne revient jamais à sa première force.

Le second aimant, plus volumineux, produisoit de plus grands effets, il pesoit entre 16 & 17 livres & portoit 195 livres, un homme, par conséquent. Lorsque le contact ou porte-poids se séparoit par cette charge, qui, avec précaution, pouvoit aller à 200 livres, il ne portoit plus dans cette instant que 74 à 75 livres. Le troisième qui pesoit quinze livres, portoit encore davantage, il m'a soutenu avec quelques poids accessoires, et malgré quelques mouvemens, je n'ai pu séparer le contact de l'aimant. Ces aimans sont composés de plusieurs barreaux courbés en fer à cheval.

Quoique l'aimant puisse porter, par sa force attractive, des poids très-considérables, tels que ceux de plusieurs hommes; par exemple, nous regardons néanmoins comme des faits supposés, ceux qui sont rapportés par quelques écrivains. On dit que le tombeau de Mahomet est soutenu au haut de la mosquée, à la Mecque, par une grosse pierre d'aimant. Il n'y a point d'aimant connu qui approche de la grosseur nécessaire pour produire cet effet. Un bon morceau d'aimant, séparé (comme il doit être pour produire un effet considérable) des parties hétérogènes, n'a jamais de grandes dimensions: d'ailleurs, il faudroit qu'il fût armé, car un aimant sans armure ne porte que des poids peu considérables. Or, jamais l'ignorance, qui a toujours régné parmi les mahométans, ne leur a permis de connoître cette partie de la physique, qui ne peut se passer de physiciens & d'artistes habiles. De plus, pour produire l'effet dont nous parlons, il faudroit avoir recours aux aimans artificiels, & la méthode de les construire, qui est toute nouvelle, étoit bien loin d'être connue à l'epoque dont nous parlons, &c. &c.; mais ce qui tranche la difficulté, c'est que Bernier assure (abrégé de la philosophie de Gassendi, tom. V, liv. 3 ch. 3, p. 323) qu'ayant été dans le pays, le sépulcre de Mahomet n'est pas à la Mecque, mais à Médine, & qu'on n'y a jamais entendu parler ni d'une voûte d'aimants ni de cette suspension.

C'est également sans aucune vraisemblance que Manethon, cité par Plutarque, assure que les égyptiens avoient suspendu, par le moyen de l'aimant, des statues du Soleil & de Sérapis. (*Ruffin*, *lib.* 6, *cap.* 22). On a dit encore que les babyloniens avoient placé dans le célèbre temple de Bélus à Babylone, la statue du soleil qui, soutenue en l'air par deux pierres d'aimant, paroissoit sans aucun support. Ceci rappelle l'idée plaisante d'un écrivain qui proposoit de s'élever en l'air par le moyen de l'aimant: il suffisoit, selon lui, d'avoir une boule d'aimant & une boule de fer qu'on jetteroit en l'air alternativement, comme on le fait en jouant avec deux oranges.

C'est encore sans fondement que Strabon & le géographe Nudian ont supposé qu'il y avoit au milieu de la mer des rochers purement magnétiques qui arrêtoient, & fixoient sans retour, les vaisseaux toujours construits avec un grand nombre de clous & de bandes de fer. Rien n'est plus absurde, puisque des roches d'aimant ne pourroient exercer leur activité à une aussi grande distance que celle qui seroit nécessaire pour produire cet effet; que les mines d'aimant sont toujours mélangées de substances hétérogènes, & qu'il est rare, même dans l'isle d'Elbe où les mines de fer sont si abondantes, de trouver de gros morceaux d'aimant qui vaillent

la peine d'être taillés ; à plus forte raison, ne trouve-t-on pas des rochers magnétiques, dont la sphère d'activité s'étende au loin.

L'attraction magnétique ne s'exerce pas seulement entre l'aimant & le fer, mais encore entre deux aimans par leurs pôles de différens noms, c'est-à-dire, par les pôles sud & nord ou nord & sud ; car il y a répulsion, si on les approche par leurs pôles de même nom ; savoir, entre les pôles nord & nord, sud & sud, ainsi que nous le prouverons en traitant de la *répulsion magnétique* dans cet article AIMANT.

L'attraction a encore lieu entre un aimant artificiel & le fer, comme entre un aimant naturel & toute substance ferrugineuse. Il en est de deux fers aimantés comme de deux pierres d'aimant, les uns & les autres ayant deux pôles, ne peuvent s'attirer que par les pôles de différente dénomination. Les quatre expériences précédentes peuvent être ici répetées.

On observera cependant, sur cette attraction réciproque de deux aimans, que l'aimant agit plus puissamment sur le fer que sur un autre aimant, qu'il l'attire avec plus de force, (toutes choses égales) & que l'union & l'adhérence ont une plus grande énergie. Supposons que sur la surface A de l'eau contenue dans un vase, on place du liége sur lequel flottera un aimant B, *figure* 340, & qu'on lui présente un morceau de fer C, non aimanté, ou que réciproquement on mette C flotter sur le liége, en tenant B à la main à la distance C, on observera que la vitesse de l'attraction sera la même. Mais si on emploie deux aimans dans l'expérience, on verra que la vitesse n'est pas aussi grande que dans les deux cas précédens. On remarquera encore qu'après le contact, l'adhérence est plus grande entre le fer & l'aimant, qu'entre deux aimans.

Lorsque l'aimant naturel ou artificiel est armé, l'attraction, & l'adhérence qui en est l'effet, est bien plus grande entre le corps attirant & le corps attiré, que s'il n'y avoit pas d'armure. *Voyez* ARMURE.

L'attraction qui régne entre l'aimant & le fer, est réciproque ; lorsque ces deux corps sont suspendus librement, ils font la moitié du chemin pour s'approcher, (il en est de même pour la répulsion).

On a observé que la limaille de fer est attirée plus puissamment par l'aimant, que la poudre même de la pierre d'aimant ; on a dit que cet effet venoit de ce qu'il y a plus de parties ferrugineuses dans le fer forgé que dans l'aimant. Celui-ci agit néanmoins de plus loin sur le fer aimanté.

L'aimant attire également le fer par ses deux pôles, soit qu'on présente successivement un même morceau de fer, tantôt à l'un, tantôt à l'autre pôle, soit qu'on présente en même temps deux morceaux de fer à ses deux pôles.

Usages. On peut tirer parti de la vertu attractive de l'aimant dans diverses circonstances de l'aimant. Si des parcelles de fer sont mêlées dans de la limaille d'or, ou d'argent, ou de cuivre, &c. Par le moyen d'un aimant qu'on plonge dans cette limaille, on enlève, à chaque fois, les parcelles de fer. De cette manière, on peut séparer le fer de la platine, lorsqu'on veut l'avoir bien pure pour certaines expériences. Il en est de même pour obtenir le fer des sablons ferrugineux.

Si une molécule de fer entre dans l'œil, il est possible de l'attirer & de l'enlever par le moyen d'un aimant. Un serrurier souffroit beaucoup par l'effet d'un accident de ce genre ; avec un bon aimant, je le délivrai bientôt de la cause de son mal.

L'aimant sert à découvrir les mines de fer, & à reconnoître la présence du fer par-tout où il est caché, & en même temps que les métaux se révivifient de leurs propres cendres. M. Geoffroy a trouvé que les cendres de plusieurs végétaux obéissoient aussi à la vertu magnétique. Muschenbroek a donné une liste assez étendue des matières qu'il a trouvées susceptibles de cette attraction, soit en les éprouvant dans leur état naturel, soit en les faisant rougir au feu, avec une matière grasse, végétale ou animale : preuve que le fer se trouve presque par-tout, & que les métaux se révivifient de leurs propres cendres. Un médecin, qui a analysé le sang, y a trouvé du fer.

Un appareil bien simple, qui indique les matières susceptibles d'être attirées par l'aimant, & conséquemment qui contiennent du fer, est le suivant. Il consiste en un petit barreau d'acier, bien aimanté & supporté sur un pivot qui entre dans une cavité conique qu'on a pratiquée dans son épaisseur, à-peu-près comme on le voit dans la *figure* 339, avec cette différence, que les deux bouts ne sont pas pointus, mais coupés quarrément, & qu'au lieu d'une chape en G, il y a en dessous une ouverture conique creusée dans l'épaisseur du barreau. Ce dernier se renferme dans un petit étui rond, & devient par-là très-portatif. Lorsque le barreau est sur son pivot, suspendu en équilibre, il suffit de présenter à une de ses extrémites diverses substances qu'on se propose d'examiner. Si elles contiennent du fer, elles attireront le barreau & le feront mouvoir.

De cette manière, on verra que les porphires verds & les serpentines attirent le barreau aimanté. Il en sera de même de plusieurs espèces ou variétés de fer spathique, sur-tout si on les a un peu exposées au feu. Quelques-uns ont prétendu que cet effet venoit de ce que le feu dégageoit des fluides aériformes qui s'y trouvoient, tels que le gaz fixe & le gaz inflammable ; après ce dégagement, le fer spathique devient très-fort attirable par l'aimant.

Si on expose au foyer d'un verre ardent des terres martiales assez calcinées pour n'être nullement

attirables par l'aimant, elles deviennent fortement attirables par l'aimant.

On verra, à l'article MAGNÉTISME, que le feu ordinaire & la foudre même, font capables d'aimanter des briques, en revivifiant le fer qui y eft contenu, ainfi que le prouvent les expériences & les obfervations de Boyle & du père Beccaria.

L'aimant attire le fer & l'aimant; & il n'exerce fon activité que fur ces deux fubftances : aucun autre corps de la nature n'eft fufceptible d'être attiré par lui. Rien, dans les règnes animal, végétal ou minéral, ne peut être doué de la vertu magnétique, ni en être l'objet. On peut effayer l'or, la platine, l'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le mercure, le zinc, le bifmuth, l'antimoine, le cobalt, &c.; en un mot tous les métaux & demi-métaux; & jamais ils ne feront attirés par l'aimant, s'ils font bien purs. Il en fera de même des pierres, objets de la lithologie, de toutes les efpèces de terres, des fubftances falines, &c. Tous les végétaux, toutes les parties des animaux foumis à l'épreuve, ne donnent aucun figne d'attraction magnétique : on peut répéter facilement ces expériences, & on en fera convaincu. Ainfi l'aimant n'attire que le fer & l'aimant.

Si on obferve quelquefois que d'autres fubftances que les deux qu'on vient de nommer, font attirées par l'aimant, c'eft qu'elles contiennent du fer parfait ou imparfait, qui eft affez généralement répandu dans la nature. Quelquefois le fer eft fi enveloppé, & en fi petite quantité, dans les corps qui le contiennent, qu'il échappe à l'action de l'aimant; mais on le rend propre à fe prêter à cette action, en l'uniffant avec des fubftances graffes, ainfi que nous l'avons dit plus haut. Traité de cette manière, il fe convertit en véritable fer, ainfi que je l'ai prouvé, de même que plufieurs autres phyficiens, entr'autres, Mufchenbroeck. Voici les fubftances que ce favant a reconnues pour avoir cette qualité. Le fable rouge, le fable jaune, le fable brun, le grenat, la porcelaine rouge, les bols, la pierre hématite, la pierre calaminaire, le fimilor, la terre rouge, la terre noire dont les potiers font ufage, l'ocre, la terre d'ombre, le fard rouge des Indes, celui d'Angleterre, le colcotar du vitriol, la terre à foulon, le tripoli, le cobalt, l'orpiment, la mine de plomb, la limaille de zinc non-brûlée, la platine, toute terre, toute argile qui rougit dans le creufet, plufieurs laves du Véfuve; le réfidu de la diftilation du foufre, tiré des parties minérales des pyrites; des pyrites elles-mêmes, plufieurs parties de la fuie des fourneaux, les cendres des gazons de Hollande, les cendres rouges du fuccin brûlé, le bleu de Pruffe calciné, &c.

Il ne doit pas être furprenant que les bols, les ocres, les argiles & terres colorées, étant revivifiées par le moyen du feu, & d'une matière graffe, foient attirées enfuite par l'aimant, puifque ces terres font une chaux de fer, qui, par cette opération, a été réduite & convertie en fer parfait. Il ne le fera pas non plus que plufieurs efpèces d'hématites foient attirées dans leur état naturel, ou après leur revivification; car ces fubftances minérales font claffées, par les naturaliftes & les chimiftes, dans les mines de fer.

Si donc on voit quelquefois des morceaux de mine de plomb, de cobalt, &c., des pyrites cuivreufes, & d'autres fubftances réellement différentes du fer, être attirées par l'aimant, c'eft qu'elles contiennent du fer, & que les parties hétérogènes des autres fubftances font attirées par l'intermède du fer qui leur eft adhérent. Ceux qui difent que la platine eft attirée par l'aimant, fe trompent; car ce métal, tel qu'on l'envoie en Europe, eft toujours mêlé avec du fer, dont on fépare aifément une partie, par le moyen d'un aimant; &, lorfque la féparation a été faite de cette manière, la matière non attirable qui refte, eft une platine moins hétérogène : elle contient encore néanmoins du fer, & c'eft même à cet alliage qu'on doit attribuer la difficulté de la fondre; mais la platine pure n'eft point attirable par l'aimant.

Plufieurs phyficiens ayant penfé que le cuivre, fur-tout quelques-unes de fes efpèces ou variétés, pouvoit être doué de magnétifme, & attirer le fer (ainfi que MM. Dulac, d'Angos & autres l'ont éprouvé, comme on l'a vu au mot AIGUILLE AIMANTÉE, *aiguille de direction*), il eft à propos de faire connoître ici les preuves qui détruifent l'opinion qu'on avoit tentée d'établir.

M. Lehmann, dans les mémoires de l'académie de Pétersbourg, a fait des recherches fur l'origine de cette prétendue propriété, & fur fes différens degrés apparens. Il s'aperçut d'abord que la caufe de ce phénomène ne devoit pas être dans la compofition du cuivre pur, mais qu'elle exiftoit plutôt dans le zinc avec lequel on forme le laiton, & quelques autres mélanges cuivreux. Il foumit enfuite les diverfes efpèces de zinc, les pierres calaminaires, les cadmies, les pfeudo-galènes, à l'examen chimique. Le réfultat de ces effais fut que quelques-unes de ces fubftances minérales font d'une nature martiale, tandis que d'autres ne contiennent aucunes particules de fer; que les pierres calaminaires font d'autant plus martiales, qu'on les a fait plus long-temps rougir par la calcination; que ces mêmes calamines, à mefure qu'on les calcine plus long-temps & plus fortement, avec ou fans matière graffe, &c., acquièrent un magnétifme d'autant plus grand; de plus, que les mines & cadmies de zinc font, pour la plupart, dénuées de fer, ou n'en contiennent que fort peu, quelquefois point du tout, & ne montrent qu'un très-foible magnétifme; enfin, que cette force magnétique des mines de zinc périt, lorfqu'on pouffe la calcination jufqu'à la vitrification.

A ce premier travail, en fuccéda un autre qui fut de mêler ces matières avec du cuivre, pour

l'ordinaire parties égales, & en y ajoutant, suivant l'usage, de la poussière de charbon, ce qui produisit diverses espèces de laiton. Sans rapporter ici, en détail, les diverses propriétés magnétiques qui sont nées de ces mélanges, il suffira d'indiquer les conséquences, savoir, 1°. que le laiton fait du cuivre & du zinc les plus purs, n'éprouve aucune action de la part de l'aimant, & n'agit point non plus sur l'aiguille magnétique; 2°. que plus les minières de zinc abondent en parties martiales, plus le magnétisme du laiton devient fort, & qu'ainsi c'est de ces parties minérales mêlées à la pierre calaminaire, aux cadmies des fourneaux & aux pseudo-galènes, revivifiées dans la préparation du laiton, que dépendent uniquement l'origine & la nature des diverses espèces de laiton. Ceci supposé, la cause du phénomène en question est expliquée & mise à l'abri de toute contestation. Il ne reste plus ensuite qu'à déterminer la quantité de fer requise pour produire le magnétisme dans le cuivre. En variant le poids dans les mélanges, on varie aussi les forces magnétiques dans le cuivre. La moindre proportion existe quand le fer est au cuivre, comme la trente-deuxième. Les degrés vont ensuite en augmentant, & la plus grande proportion consiste en parties égales de deux métaux : tout cela est marqué dans une table qui est à la fin du mémoire de M. Lehmann.

Il y a des physiciens qui ont cru également trouver des propriétés magnétiques dans le brone & le nickel; mais ces effets dépendent encore du fer qui y est mêlé. Dans le bronze, il y a de la calamine qui contient du fer. Quant au nickel, qui n'est pas encore bien connu, sa ressemblance avec le cobalt fait soupçonner qu'il contient de même du fer. M. Bergman pensoit que le nickel, le cobalt & la manganèse, n'étoient que des modifications du fer. Ces observations doivent engager à faire la plus grande attention aux métaux qu'on emploie pour construire les boussoles.

L'expérience prouve qu'une très-petite portion de fer peut rendre un corps sensible à l'aimant. On a frotté avec de l'acier une turquoise, ces deux substances ont été pesées avant & après ce frottement, sans qu'on ait remarqué aucune différence sensible dans les poids après l'opération, quoique la balance dont on s'est servi fût assez juste pour indiquer un vingtième de grain; néanmoins l'aiguille magnétique a été dérangée par la turquoise, après le frottement.

M. Geoffroi a prouvé que dans le règne végétal, plusieurs parties des plantes, des fruits, des bois qu'on brûle, fournissent des cendres que l'aimant attire, lorsque toutes les substances ont pris leur nourriture & leur accroissement dans une terre qui contenoit des parties ferrugineuses; & que plus cette terre renferme du fer, plus les cendres de ces plantes recèlent de parties ferrugineuses (Hist. de l'acad. des sc. 1706). Suivant le rapport de Galéat, dans les commentaires de Boulogne, on trouve dans les cendres de l'éponge, quelques parties qui cèdent à l'attraction de l'aimant. On en rencontre aussi dans le *caput mortuum*, qui reste après la distillation de l'huile de lin, après celle de thérébentine.

Comme toute eau, celle de pluie, de puits, de fleuve, de fontaine, contient des parties ferrugineuses, on ne doit pas être surpris que les plantes qui en sont continuellement abreuvées, ne contiennent du fer. Les eaux qui ont coulé sur les terres, charrient des molécules ochreuses, argilleuses, &c. & sous ce rapport, elles doivent fournir, après la revivification, du fer dans les cendres des végétaux.

Les plantes & l'eau formant une partie considérable de la nourriture des animaux, on ne sera pas non plus étonné de rencontrer du fer, non-seulement dans le sang, ainsi que nous l'avons dit, mais encore dans différentes parties du règne animal. Ainsi les cendres des cloportes, celles des vers de terre, de limaçons, d'hirondelles, de grenouilles, d'oiseaux, de poules, de vipères, de lièvres, de brebis, de bœufs, sont attirées par l'aimant. Celles qui viennent des os de bœufs, calcinées par un feu violent; celles des chevaux, des cochons, des hommes; celles que fournissent la corne de cerf, l'épine des anguilles, les yeux de cancres qui sont des concrétions, &c. contiennent toutes plus ou moins de parties, plus ou moins de parcelles attirables par l'aimant. On trouve encore des parties de cette espèce dans l'urine de l'homme, sur-tout dans l'urine des néphrétiques; ces sortes de parties se manifestent dans la terre qui provient de la distillation de l'urine: on en obtient encore du *caput mortuum*, de la distillation du sel ammoniac. On trouve une plus grande quantité de parties ferrugineuses dans la combustion des poumons, des intestins & des autres viscères des animaux, que dans la combustion de leurs parties charnues. Il y en a dans le *caput mortuum* de la distillation du miel, du castoréum & des coraux. On en retire des chairs des poules, des chapons, des pigeons, des moineaux, une aussi grande quantité; de même que des chairs des quadrupèdes & des hommes. Il faut néanmoins observer que les cendres & les chairs des quadrupèdes qui paissent dans un terrain plus abondant en fer, fournissent une plus grande quantité de parties ferrugineuses. On retire le fer du sang des animaux, des bœufs, des chiens, des oiseaux, des grenouilles, des anguilles, &c. lorsqu'on le fait brûler; c'est dans la partie rouge du sang, plutôt que dans la partie séreuse qu'on retire plus de molécules ferrugineuses. Bien plus, si on a soin de laver avec de l'eau les globules rouges du sang, & qu'on fasse sécher à un feu

lent le sédiment que cette eau emporte, on trouve dans ce sédiment une espèce de poussière obscure qui renferme un grand nombre de parties que l'aimant attire. On a encore éprouvé que les graisses des animaux, séparées des autres parties, & exposées à l'action du feu, ne contenoient qu'une très-petite quantité de parties ferrugineuses. En un mot, le sang contient plus de fer que les chairs; celles-ci plus que les os & les graisses. *Muschenbröck, tome* 1[er].

Plusieurs physiciens ont cherché à découvrir la *loi de l'attraction magnétique*; c'est-à-dire, le rapport qui est entre les forces attractives d'un aimant, & les distances qui limitent la propagation des forces magnétiques attractives. Un de ceux qui s'est le plus occupé de cet objet, est sans contredit Muschenbroeck : voici de quelle manière il a tenté de résoudre la question. Il suspendit à un des bras d'une balance fort exacte, un aimant cylindrique, du poids de 15 drachmes. La longueur de cet aimant étoit de deux pouces, son axe étoit le même que l'axe de magnétisme universel, & ses pôles étoient placés dans sa base cylindrique; cet aimant attira, de la manière suivante, un cylindre de fer, placé sur une table, & qui étoit exactement de même figure & de même poids que l'aimant.

Distances.	*poids attirés.*
6 lignes.	3 grains
5	3 5
4	4 5
3	6
2	9
1	18
0	57

Les poids attirés, exprimés en grains, désignent la force d'attraction; maintenant si on fait attention aux espaces cylindriques interceptés entre les bases de ces cylindres, il paroîtra que les forces attractives sont en raison inverse des espaces. Or, comme dans ce cas-ci, ces espaces sont de même que les distances, les forces attractives sont en raison inverse des distances. Pour s'assurer si cette loi étoit générale, ou si elle dépendoit de la grandeur ou de la figure des corps, les expériences suivantes furent faites.

On suspendit pareillement au bras d'une balance un aimant sphérique, tiré d'un autre aimant, mais dont la masse étoit beaucoup plus grosse. On donna à cet aimant un diamètre égal à celui du cylindre, & le pôle boréal de cet aimant attira le pôle austral de l'aimant cylindrique, qui étoit placé sur une table, selon les proportions suivantes :

Distances.	*Poids attirés.*
6 lignes.	21 grains
5	27
4	34
3	44
2	64
1	100
0	260

Concevons une sphère d'aimant renfermée dans un cylindre creux, de manière que chaque face interne de ce cylindre soit tangente d'un des grands cercles de cette sphère : concevons pareillement que ce cylindre comprenne aussi exactement l'aimant cylindrique : considérons maintenant cette sphère magnétique à différentes distances de l'aimant cylindrique, alors les espaces creux entre ces deux sortes de corps, seront formés par la base plane de l'aimant cylindrique; & par l'hémisphère du globe magnétique, qui répond à ce cylindre. Or, ces espaces étant ainsi déterminés, on trouvera que les attractions de ces deux corps, placés à différentes distances l'un de l'autre, seront entre elles en raison inverse sesqui-pliquée des espaces creux.

Mais l'aimant, dans le point de contact, agit & attire avec plus d'activité le fer, qu'il n'attire un autre aimant, ainsi que l'expérience l'apprend : c'est pour cela, qu'ayant présenté le même pôle de l'aimant sphérique au cylindre de fer dont on a parlé, ce cylindre fut attiré avec les forces indiquées dans la table suivante :

Distances.	*Poids attirés.*
6 lignes.	7 grains.
5	9 5
4	15
3	25
2	45
1	92
0	340

Si l'on fait attention aux espaces creux, compris dans le cylindre creux, dont le diamètre est égal à celui de la sphère, on trouvera que l'attraction est en raison inverse *sesqui-doublée* des espaces creux. Le même aimant n'attire pas, à la vérité, avec de si grandes forces, un cylindre de fer dont la hauteur seroit moindre que celle du cylindre dont on vient de parler; néanmoins, ces forces attractives, quoique plus foibles, suivent la même loi, & elles l'attirent selon les mêmes proportions.

Un

Un aimant sphérique, suspendu au bras d'une balance, attire un globe de fer de même diamètre, placé sur une table directement sous son pôle, avec des forces indiquées dans la table suivante :

Distances.	*Poids attirés.*	
8 lignes.	1 grains.	
7	2	
6	3	25
5	6	
4	9	
3	16	
2	30	
1	64	
0	290	

Si l'on place ces sphères dans un cylindre creux, & qu'on les pose à différentes distances l'une de l'autre, & qu'on mesure exactement les espaces creux qu'elle laissent entr'elles, l'expérience fera voir que les forces attractives de l'aimant suivent la raison inverse quadruplée des espaces creux. Le même physicien assure avoir éprouvé, de la même manière, plusieurs aimans sphériques de différens diamètres, & avoir observé que leurs forces attractives suivoient constamment la même loi. *Muschenbroek.* Tom. I[er]. pag. 433 & suiv.

D'autres physiciens ayant employé d'autres méthodes, différentes de la précédente, pour faire les mêmes tentatives, ont eu aussi des résultats différens. Helsam nous apprend que les expériences qu'il a faites, lui ont fait voir que les forces attractives de son aimant suivoient presque la raison inverse doublée des distances. Un autre savant (Martin) éprouvant les forces attractives d'un aimant contre un morceau de fer, dont la figure étoit celle d'un parallélipède, a trouvé que ces forces suivoient la raison inverse sesqui-pliquée des distances ; ce qui s'accorde avec les résultats donnés ci-dessus, soit par rapport à un aimant sphérique, soit par rapport à un aimant cylindrique.

Les PP. le Sueur & Jacquier, célèbres mathématiciens ont donné une autre méthode de découvrir la force attractive d'une aimant taillé en parallélipipède sur une aiguille de boussole aimantée; laquelle étant d'abord placée dans la ligne du méridien magnétique, est ensuite retirée de cette ligne, en prenant différentes déclinaisons : ces savans ont trouvé, par leurs expériences, que la force magnétique suivoit la raison inverse triplée des distances. *Comment. ad Newton. Princ. Philos.* Tom. 3. pag. 40 & seq. Si on répète ces expériences on ne trouvera pas toujours les résultats les mêmes, non plus qu'en répétant celles des autres méthodes; car la matière & la forme des aiguilles & des aimans contribuent beaucoup à mettre de la variété dans les effets. *Voyez* le mot MAGNÉTISME.

D'après des expériences multipliées & répétées un grand nombre de fois avec des aimans artificiels d'une très-grande force, j'ai conclu, & en cela je suis d'accord avec un grand nombre de physiciens, que la loi de l'attraction magnétique n'est point comme celle de la gravitation, ni en raison inverse du quarré des distances, ni en raison inverse de la simple distance, ni en raison inverse du cube des distances, &c. ; mais que l'attraction magnétique (il en est de même de la répulsion) décroît proportionnellement plus dans les grandes que dans les petites distances, sans cependant décroitre autant que la distance augmente. On peut facilement répéter ces sortes d'expériences, en se servant, comme Muschenbroek, d'aimans de forme ronde, & d'une balance très-mobile, en mesurant l'effet des attractions & des répulsions depuis une demi-ligne jusqu'à plusieurs pouces, & en comparant les résultats des expériences.

On a tâché de mesurer la force attractive de l'aimant, par le moyen de quelques instrumens imaginés à ce sujet. *Voyez* MAGNÉTOMÈTRE.

Seconde propriété. Répulsion. Deux aimans, soit naturels, soit artificiels, se repoussent, lorsqu'ils sont présentés mutuellement par leurs pôles de même nom, c'est-à-dire, par leurs pôles méridionaux ou par leurs pôles septentrionaux. Chaque aimant ayant deux pôles, il est vraisemblable que l'observation fit connoître la répulsion, peu après la découverte de l'attraction. Cette seconde propriété ne dut pas paroître moins merveilleuse que la première. L'expérience en démontre la réalité.

Première expérience. Si on suspend au bras d'une balance (*figure 336*) un aimant qui soit en équilibre par le moyen d'un contre-poids placé dans le bassin opposé, & qu'on lui présente un autre aimant, de sorte que les deux pôles de même dénomination soient mutuellement en regard, on verra l'équilibre aussi-tôt rompu, & l'aimant suspendu fuir en s'élevant, si le second aimant est présenté par en bas, ou s'éloigner en s'abaissant, si l'aimant qu'on tient à la main est placé au-dessus de celui qui est en équilibre. Il en sera de même de deux aimans artificiels.

Seconde expérience. Une aiguille de boussole, aimantée, étant mise en équilibre sur son pivot, dès qu'on approche de son pôle nord le pôle nord d'un aimant, ou de son pôle sud le pôle de même nom de cet aimant, on voit aussi-tôt le bout de cette aiguille être repoussé & se mouvoir à une distance plus ou moins grande, selon la force & la distance de l'aimant, toutes choses étant supposées égales, *figure 337.*

Cette expérience a également lieu lorsqu'on met un aimant naturel à l'extrémité d'une aiguille de bois, qui soit en équilibre sur un pivot.

Troisième expérience. Un aimant flottant sur l'eau dans une petite gondole de cuivre, si on lui présente un autre aimant par les pôles de même dénomination, l'aimant qui flotte est promptement repoussé. Cette expérience se fait également avec des aimans artificiels.

Quatrième expérience. Présentez au pôle nord d'un aimant le pôle nord d'un autre aimant de force égale, ils ne seront point adhérens, quoiqu'on les mette en contact; il en sera de même s'ils se touchent par les deux pôles méridionaux. Mais si le contact a lieu par le pôle méridional de l'un, & par le pôle septentrional de l'autre, il y aura attraction & conséquemment adhérence.

Nous avons remarqué que, dans cette expérience, les deux aimans doivent être à-peu-près de force égale; car si l'un a beaucoup plus d'énergie que l'autre, l'attraction a lieu, mais avec la seule différence des forces. On a expliqué ce fait d'une manière ingénieuse, que les pôles ne sont plus alors de même nom ou opposés, parce que l'aimant fort détruit, par sa puissance, la vertu magnétique de l'aimant foible, & lui en communique une nouvelle qui change ses pôles; mais les deux aimans étant séparés, les choses reviennent le plus souvent dans le premier état.

On observera encore, 1°. que la répulsion magnétique est d'autant moins forte, que les deux aimans sont plus éloignés l'un de l'autre, & qu'elle est d'autant plus considérable que la distance réciproque est plus petite; 2°. que les forces répulsives sont moindres que les forces attractives; néanmoins les forces répulsives ont une sphère d'activité bien plus grande, & agissent de plus loin que les forces attractives. On peut être convaincu de la vérité de la première partie de cette proposition, en faisant des expériences comparatives avec une balance, comme dans la *figure 336*; & de la seconde partie, en employant de bonnes aiguilles aimantées & bien suspendues (*figure 337*), & en mesurant les différentes distances d'un aimant présenté par le pôle de même nom, & en les comparant aux distances auxquelles le même aimant présenté par le pôle de différente dénomination, commencera à ébranler & à mouvoir l'aiguille; 3°. que les attractions & les répulsions sont si fortes, qu'elles l'emportent sur la force de direction qui est constante & universelle.

[Le phénomène de l'*attraction* réciproque de deux *aimans*, d'un *aimant* & d'un morceau de fer, ou bien de deux fers aimantés, est celui de tous qui a le plus excité l'admiration des anciens philosophes, & qui a fait dire à quelques-uns que l'*aimant* étoit animé. En effet, qu'y a-t-il de plus singulier que de voir deux aimans se porter l'un vers l'autre comme par sympathie, s'approcher avec vîtesse comme par empressement; s'unir, par un côté déterminé, au point de ne se laisser séparer que par une force considérable; témoigner ensuite, dans une autre situation, une haine réciproque qui les agite tant qu'ils sont en présence; se fuir avec autant de vîtesse qu'ils s'étoient recherchés, & n'être tranquilles que lorsqu'ils sont fort éloignés l'un de l'autre? Ce sont cependant les circonstances du phénomène de l'attraction & de la répulsion de l'aimant, comme il est facile de s'en convaincre par l'expérience suivante.

Prenez deux aimans *a b*, *A B*, (*figure 341*) mettez-les chacun dans une petite boîte de sapin, pour qu'ils puissent aisément flotter sur une eau dormante & à l'abri des mouvemens de l'air; faites ensorte qu'ils ne soient pas plus éloignés l'un de l'autre que ne s'étend leur sphère d'activité; vous verrez qu'ils s'approcheront avec une vîtesse accélérée, & qu'ils s'uniront enfin dans un point *C* qui sera le milieu de leur distance mutuelle, si les aimans sont égaux en force & en masse, & si les deux boîtes sont parfaitement semblables, marquez les points *b*, *A*, par lesquels ces aimans se sont unis, & éloignez-les l'un de l'autre de la même distance, ils s'approcheront avec la même vîtesse, & s'uniront par les mêmes points; mais si vous changez l'un de ces aimans de situation, de manière qu'il présente à l'autre le point directement contraire à celui qui étoit attiré, ils se fuiront réciproquement avec une égale vîtesse, jusqu'à ce qu'ils soient hors de la sphère d'activité l'un de l'autre.

L'expérience fait connoître que ces deux aimans s'attirent par les pôles de différens noms, c'est-à-dire, que le pôle boréal de l'un attire le pôle austral de l'autre, & le pôle boréal de celui-ci attire le pôle austral du premier: au contraire, les deux pôles du nord se fuient aussi-bien que les deux pôles du sud; ensorte que c'est une loi constante du magnétisme, que l'attraction mutuelle & réciproque se fait par les pôles de différens noms; & la répulsion par les pôles de même dénomination.

On a cherché à découvrir si la force qui fait approcher ou fuir ces deux aimans, agit sur eux seulement jusqu'à un terme déterminé; si elle agit uniformément à toutes les distances en-deçà de ce terme; ou si elle étoit variable, dans quelle proportion elle croîtroit ou décroîtroit par rapport aux différentes distances. Mais le résultat d'un grand nombre d'expériences a appris que la force d'un aimant s'étend tantôt plus loin, tantôt moins. Il y en a dont l'activité s'étend jusqu'à 14 pieds; d'autres dont la vertu est insensible à 8 ou 9 pouces. La sphère d'activité d'un aimant donné, a elle-même une étendue variable; elle est plus grande en certains jours que dans d'autres, sans qu'il paroisse que ni la chaleur, ni l'humidité, ni la sécheresse de l'air aient part à cet effet.

D'autres expériences ont fait connoître que vers les termes de la sphère d'activité, la force magnétique agit d'abord d'une manière insensible; qu'elle

devient plus considérable à mesure que le corps attiré s'approche de l'aimant, & qu'elle est la plus grande de toutes dans le point de contact : mais la proportion de cette force dans les différentes distances, n'est pas la même dans les différens aimans ; ce qui fait qu'on ne sauroit établir de règle générale.

Voici le résultat d'une expérience faite avec soin par M. du Tour.

Il a rempli d'eau un grand bassin *M* (*fig. 342*), & il a fait nager, par le moyen d'une fourchette, une aiguille à coudre *A B* qu'il avoit aimantée, (qu'on peut par conséquent regarder comme un aimant, ainsi que nous le verrons par la suite) ; il a présenté une pierre d'aimant *T* à la distance de 13 pouces de cette aiguille, ce qui étoit à-peu-près le terme de sa sphère d'activité, & il a examiné le rapport des vîtesses de l'aiguille à différentes distances. Voici le résultat de son observation :

L'aiguille a employé à parcourir	
le premier pouce,	120″
le second,	110
le troisième,	70
le quatrième,	72
le cinquième,	56
le sixième,	44
le septième,	28
le huitième,	16
le neuvième,	12
le dixième,	6
le onzième,	3
le douzième & treizième,	1
Total pour les 13 pouces.	538″ 8′= 58″

Ce qu'on a observé de la répulsion est, en quelque sorte, semblable aux circonstances du phénomène de l'attraction, c'est-à-dire, que la sphère de répulsion varie dans les différens aimans, aussi-bien que la force répulsive dans les différentes distances. Plusieurs auteurs ont cru que la force répulsive ne s'étend dans aucun aimant, aussi loin que la force attractive, & qu'elle n'est nulle part aussi forte que la vertu attractive, pas même dans le point de contact, où elle est la plus grande. La force attractive des pôles de différens noms de deux aimans, étoit, par une observation de M. Musschenbroeck, de 340 grains dans le point de contact, tandis que la force répulsive des pôles des mêmes noms de ces deux aimans n'étoit que de 44 grains dans le point de contact de ces deux pôles.

Ces auteurs joignent à ces observations une autre qui n'est pas moins singulière : c'est qu'on trouve des aimans (& la même chose arrive à des corps aimantés), dont les pôles de mêmes noms se repoussent tant qu'ils sont à une distance moyenne des termes de leur sphère d'activité, & s'attirent, au contraire, dans le point de contact ; d'autres se repoussent avec plus de vivacité vers le milieu de leur sphère d'activité qu'aux environs du point de contact, où il semble que la répulsion diminue. Néanmoins M. Michel prétend avoir observé, par le moyen des aimans artificiels, que les deux pôles attirent & repoussent également aux mêmes distances, & dans toutes les sortes de direction ; que l'erreur de ceux qui ont cru la répulsion plus foible que l'attraction, vient de ce que l'on affoiblit toujours les aimans & les corps magnétiques, en les approchant par les pôles de mêmes noms ; au lieu qu'on augmente leur vertu lorsqu'on les approche par les pôles de différentes dénominations ; que cette augmentation ou diminution de force, occasionnée par la proximité de deux aimans, devient insensible à mesure qu'on les éloigne : c'est pourquoi l'on voit qu'à une grande distance l'attraction & la répulsion approchent de plus en plus de l'égalité, & réciproquement s'éloignent de l'égalité à mesure que la distance réciproque des deux aimans diminue, & qu'ils agissent l'une sur l'autre, ensorte que si un aimant est assez fort & assez près pour endommager considérablement un aimant foible qui s'approche par les pôles de mêmes noms, il arrivera que le pôle de celui-ci sera détruit & changé en un pôle d'une dénomination différente ; au moyen de quoi sa répulsion sera convertie en attraction, Plusieurs expériences, au reste, font croire à M. Michell que l'attraction & la répulsion croissent & décroissent en raison inverse des quarrés des distances respectives des deux pôles.

Tous ces effets d'attractions & de répulsions réciproques de deux aimans, n'éprouvent aucun obstacle de la part des corps solides ni fluides. L'attraction & la répulsion de deux aimans étoit également forte, soit qu'il y eût une masse de plomb de 100 livres entre deux, soit qu'il n'y eût que de l'air libre. M. Boyle a éprouvé que la vertu magnétique pénétroit au-travers du verre scellé hermétiquement, qu'on sait être un corps des plus impénétrables par aucune sorte d'écoulement particulier : le fer seul paroît intercepter la matière magnétique ; car une plaque de fer battu, interposée entre deux aimans, affoiblit considérablement leurs forces attractives & répulsives. Il en a qui prétendent avoir éprouvé le contraire.

Nous avons dit plus haut, que, quoiqu'en général, deux aimans se repoussent par les pôles de même nom ; il peut cependant arriver que, lorsqu'on présente un aimant vigoureux à un aimant foible, les pôles semblables s'attirent au lieu de se repousser ; mais c'est qu'alors ils ont cessé d'être de même nom, ils sont devenus différens, l'aimant fort ayant changé les pôles de l'aimant foible. Ainsi ce fait n'est pas même une exception à la règle générale, il en est une nouvelle application. C'est par cette raison qu'on

expliquera plusieurs phénomènes analogues à cet effet & particulièrement le suivant que M. Œpinus a observé le premier.

Que l'on tienne verticalement un aimant au-dessus d'une table, sur laquelle on aura placé une petite aiguille d'acier à une certaine distance du point au-dessus duquel l'aimant sera suspendu; l'aiguille tendra vers l'aimant, & son extrémité la plus voisine de l'aimant s'élévera au-dessus de la surface de la table; si l'on frappe légèrement la table par-dessous, l'aiguille se soulèvera en entier, & lorsqu'elle sera retombée, elle se trouvera plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant; son extrémité s'élevant davantage, formera, avec la table, un angle moins aigu; & à force de petits coups réitérés, elle parviendra précisément au-dessous de l'aimant & se tiendra perpendiculaire. Si, au contraire, on place l'aimant au-dessous de la table, ce sera l'extrémité de l'aiguille la plus éloignée de l'aimant qui s'élevera; l'aiguille mise en mouvement, par de légeres secousses, se trouvera toujours, après être retombée, à une plus grande distance du point correspondant au-dessus de l'aimant; son extrémité s'élevera moins au-dessus de la table & formera un angle plus aigu. L'aiguille acquiert la vertu magnétique par la proximité de l'aimant. L'extrémité de l'aiguille, opposée à cet aimant, prend un pôle contraire au pôle de l'aimant dont elle est voisine; elle doit donc être attirée pendant que l'autre extrémité sera repoussée. Ainsi l'aiguille prendra successivement une position où l'une de ses extrémités sera le plus près, & l'autre le plus loin possible de l'aimant; elle doit donc tendre à se diriger parallélement à une ligne droite que l'on pourroit tirer de son centre de gravité à l'aimant. Lorsque l'aiguille s'élève pour obéir à la petite secousse, la tendance qu'on vient de reconnoître lui donne, pendant qu'elle est en l'air, une nouvelle position relativement à l'aimant; & s'il est suspendu au-dessus de la table, cette nouvelle position est telle, que l'aiguille en retombant, se trouve plus près du poids correspondant au-dessus de l'aimant; si, au contraire, l'aimant est au-dessus de la table, la nouvelle position donnée à l'aiguille, pendant qu'elle est encore en l'air, fait nécessairement qu'après être retombée, elle se trouve plus éloignée du point au-dessous duquel l'aimant a été placé. Il est inutile de dire que si on remplace la petite aiguille par de la limaille de fer, l'on voit les mêmes effets produits dans toutes les particules qui composent la limaille. *Seconde dissertat. d'OEpinus*, à la suite de son *essai sur la théorie de l'élect. & du magn.*

Les attractions & les répulsions magnétiques ont lieu à travers toutes les matières, le fer excepté, c'est-à-dire, que la vertu magnétique s'exerce malgré l'interposition des différentes substances fluides ou solides.

Si on plonge, dans un grand vase plein d'eau, une aiguille aimantée très-mobile sur son pivot, & qu'on présente en dehors du vase un aimant, on verra la pointe de l'aiguille être attirée par le pôle de différent nom de l'aimant ou être repoussée par son pôle de même nom, selon qu'on lui présentera l'un ou l'autre pôle; on pourra même faire tourner circulairement l'aiguille, si on donne ce mouvement à l'aimant autour du vase, même à quelque distance de lui, suivant la force de l'aimant. L'eau n'empêche donc pas l'action de l'aimant. Il en sera de même, si on présente à l'aiguille une simple baguette de fer ou un couteau. *Voyez* la *figure* 343.

L'huile, le mercure & les autres fluides connus, interposés entre l'aimant & le fer, n'arrêtent point la vertu magnétique.

La vertu magnétique s'exerce de même au travers de la flamme, l'inspection de la *figure* 344, suffit pour le prouver. On met dans le vase de l'esprit de vin qu'on allume; & quoique l'éguille soit environnée de flamme, elle obéit à l'action de l'aimant artificiel ou naturel qu'on lui présente. Cet appareil est plus exact que celui de la *fig.* 355.

Une aiguille aimantée placée sur son pivot, sous le récipient d'une machine pneumatique dont on a pompé l'air, est sensible aux impressions de l'action d'un aimant ou d'un fer qu'on présente hors du récipient.

Ainsi, malgré l'interposition du vide, de l'air, de la flamme, de l'eau, des courans d'eau, & de tous les autres fluides qu'on peut substituer à l'eau, les attractions & les répulsions électriques ont lieu. Elles sont aussi vives dans l'air condensé, que dans l'air commun & dans l'air raréfié. Voyez la *fig.* 356.

L'interposition de tous les solides connus, le fer excepté, ne détruit point l'action attractive ou répulsive de l'aimant. Sur le haut de l'appareil représenté dans la *fig.* 345, placez au-dessus de l'aimant NS, successivement une plaque circulaire de bois, de marbre, de carton, de verre, de cuivre, d'étain, &c., de quelque matière que ce soit, au fer près; saupoudrez la plaque circulaire de limaille de fer. Lorsque par le moyen de la manivelle M, on fera tourner l'aimant NS, on verra chaque parcelle de limaille s'élever, tantôt par une de ses extrémités, tantôt par l'autre, selon que le pôle N, ou le pôle S passeront dessous ces parcelles. Ces divers mouvemens annoncent ceux des pôles de l'aimant, & l'existence de chaque pôle dans l'endroit correspondant. On voit même des courbes circulaires formées par la limaille, sur-tout si on tamise la limaille, tandis que l'aimant se meut. Tous les corps solides mis entre

l'aimant & la limaille de fer, ne détournent point la vertu magnétique. Mais si la plaque est de fer, on ne remarque rien de semblable; en vain on fait tourner l'aimant, la limaille reste immobile.

Si, au lieu d'une simple plaque, on répète les expériences précédentes avec des masses plus considérables interposées, la vertu magnétique aura toujours lieu. Muschenbroeck a observé qu'un bloc de plomb d'un pied d'épaisseur, interposé entre l'aimant & le fer, n'en diminue pas la force attractive.

Il faut cependant observer que quoique les corps interposés ne diminuent pas l'étendue de la sphère d'activité de l'aimant, ils ne laissent pas de diminuer beaucoup l'intensité de la force attractive, lorsqu'ils empêchent leur contact. Si l'on interpose entre le fer & l'aimant une simple feuille de papier, par exemple, l'aimant ne pourra soutenir qu'une très petite masse de fer, en comparaison de celle qu'il auroit soutenue, si le fer lui avoit été immédiatement appliqué, parce que la force magnétique est beaucoup plus grande, sans comparaison, au point de contact, qu'au de-là du point de contact.

Troisième propriété. Direction. De tous les phénomènes que l'aimant présente aux yeux d'un observateur, il n'en est aucun qui soit aussi utile que celui de se diriger constamment vers le nord, puisque, ainsi que nous le prouverons, la navigation, le commerce, les sciences & les arts en ont retiré de grands avantages. L'aimant, soit naturel, soit artificiel, lorsqu'il est suspendu librement, tourne toujours un de ses pôles vers le septentrion, & l'autre vers le midi: cette propriété qui le fait ainsi diriger vers les pôles du monde, est nommée la *direction* de l'aimant.

Première expérience. Placez une simple aiguille à coudre, bien aimantée, sur l'eau, vous la verrez bientôt diriger ses extrémités vers les pôles de la terre, l'un A, sera tourné vers le midi, & l'autre B, vers le nord. (*Fig. 342*).

Seconde expérience. Mettez un aimant naturel flotter sur l'eau dans une gondole de cuivre, il tournera aussitôt se pôles vers ceux du monde; & si on le dérange de cette direction, il la reprendra à l'instant.

Troisième expérience. Suspendez une aiguille aimantée sur son pivot, comme on le voit dans les *figures* 337 & 339, leurs extrémités se dirigeront du côté des pôles du monde. Cette aiguille prendra la même direction, si elle est suspendue par des fils de soie, collés parallèlement entr'eux; & de quelque manière qu'elle soit mise en équilibre, elle se dirigera toujours par un de ses pôles vers le nord, & par l'autre vers le midi. Si on dérange l'aiguille, si même on la fait pirouetter plusieurs fois de suite, on la verra toujours reprendre sa première direction.

On s'assure de cette direction, en la comparant avec une méridienne qu'on aura tracée proche de l'endroit où l'aiguille aura été placée; ou bien en examinant le soleil ou les étoiles septentrionales, sur-tout l'étoile polaire.

La direction de l'aimant étant connue, on en fit bientôt des boussoles, & on tacha ensuite de perfectionner la construction des aiguilles aimantées. *Voyez* AIGUILLE *de déclinaison*, BOUSSOLE.

Les *usages* auxquels peut servir la direction de l'aimant, sont aussi nombreux qu'importans. On peut, par le moyen d'une boussole, munie d'une aiguille bien aimantée, mesurer sur la terre des angles quelconques, lever des plans avec facilité, sur-tout celui des rivières dont les sinuosités sont très-multipliées. La méthode & les conditions pour éviter les erreurs, sont exposées dans plusieurs livres de mathématique. C'est par cette propriété que les mineurs se dirigent dans leurs opérations souterraines. Les moyens qu'on employe pour cet effet, sont clairement expliqués dans plusieurs ouvrages, & entr'autres, dans la géométrie souterraine de M. de Gensane, que nous citons comme plus à la portée du grand nombre des lecteurs. On a appliqué l'aiguille aimantée à des cadrans portatifs, pour connoître l'heure en tout temps & en tous lieux, en les exposant au soleil; mais la plupart de ces instrumens sont défectueux; le seul qu'un physicien puisse admettre, est le cadran équinoxial portatif & universel, représenté dans la *figure* 52, & dont nous avons donné la description au mot BOUSSOLE A CADRAN. Par le secours d'une boussole, c'est-à-dire, de la direction de l'aimant, on peut se conduire sur terre, pour aller d'un lieu à un autre, quelque éloigné qu'il soit, & même lorsqu'on ne peut s'orienter dans un temps obscur par le défaut d'apparition du soleil ou des étoiles; car alors la direction de l'aiguille aimantée fera connoître la route qu'on doit tenir.

Si on veut donc voyager par terre dans des pays inconnus, sans autre guide qu'une aiguille aimantée, placée dans une boussole, on se servira de la méthode suivante: 1°. on aura une carte géographique du pays, avec une boussole munie d'un cercle divisé en degrés; 2°. on orientera la carte avec la boussole, c'est-à-dire, on tournera la carte vers les quatre points cardinaux du monde, & on tirera ensuite une ligne méridienne qui passe par le lieu de départ, & du haut de la carte en bas; 3°. tirez ensuite sur la carte, la ligne de route, du lieu du départ au lieu d'arrivée; 4°. placez le centre de la boussole orientée sur le lieu du départ, c'est-à-dire, que le midi de la boussole soit sur la ligne méridienne qui est tracée sur Paris, par exemple; & alors regardez de combien de degrés la ligne de route est éloignée de la méridienne. (De Paris à Rome, par exemple, la ligne est éloignée de cinquante-quatre degrés environ

de la méridienne). Ainsi le voyageur sera sûr, que tant qu'il marchera sur une ligne distante de 54 degrés de la méridienne, il ne s'écartera point du tout de son chemin; 5°. s'il y a dans le cours de la route plusieurs chemins, avec la boussole il verra celui qui répond le mieux à la ligne de route; 6°. s'il rencontre dans son chemin, des montagnes, des précipices, des lacs, des rivières, des forêts qui le tirent hors de sa *ligne de route*, il faut qu'il observe avec sa boussole de combien de degrés il se détourne, afin d'y retourner lorsqu'il en aura la faculté l'observation qu'on pourra faire de certains points fixes, tels que grands arbres, châteaux, rochers, &c., servira beaucoup à cela.

Cette manière de voyager par terre, en employant le secours de l'aiguille aimantée, est la même que celle que suivent les pilotes sur mer. Le P. Schott, célèbre physicien, s'en est servi dans un grand voyage, sans jamais prendre de guide ni s'égarer.

Avant la découverte précieuse de la direction de l'aimant, la navigation lente & timide étoit circonscrite dans des limites fort étroites; on n'osoit pas perdre de vue les côtes. Mais depuis que ce phénomène a été connu, on a entrepris les voyages de long cours, on a découvert l'Amérique, on a fait le tour du monde; & la géographie, le commerce, l'histoire naturelle, les sciences & les arts en ont retiré des avantages inappréciables. *Voyez* DIRECTION DE L'AIMANT & AIGUILLE DE DIRECTION.

Il y en a qui ont prétendu que l'inégalité de force dans les deux pôles de l'aiguille, (dont le pôle boréal étoit supposé attirer plus fort le fer que le pôle sud); que cette inégalité dans les courans qui sortoient des deux pôles magnétiques de la terre, influoient sur la force directrice. Mais les faits ont démenti bien clairement ces inégalités prétendues dans les forces de la direction de l'aiguille, quelles que fussent celles des forces communiquées à chaque moitié par le pôle boréal & par le pôle austral de l'aimant. M. Œpinus, en particulier, a prouvé par raisonnemens fondés sur diverses expériences décisives, que quelle que pût être l'inégalité dans la force & dans les émanations des fluides magnétiques qui partent de chaque pôle, la force directrice n'en pouvoit souffrir d'altération bien sensible; & qu'en un mot, l'aiguille avoit dans tous les cas, un effort égal pour se diriger tant vers le pôle austral, que vers le pôle boréal magnétique.

« A Quito au Pérou, M. Bouguer n'étoit pas, à la vérité, situé à distance égale des deux pôles magnétiques de la terre, lorsqu'il cherchoit à s'assurer de l'égalité de ses forces, avec son aiguille aimantée placée sur un pivot, à l'extrémité d'une autre aiguille de cuivre plus grande, librement suspendue sur son pivot à la manière ordinaire; mais ce que lui & tant d'autres avoient tenté en ce genre, vers 1730, comme on le peut voir dans les mémoires de l'académie des sciences de cette année là, suffisoit à ce qu'il me semble, pour ne pas confondre les forces attractives avec les forces directrices de l'aimant. D'ailleurs les fils à plomb indiquent assez que la force attractive ne peut agir sur l'aiguille suspendue, d'une manière qui soit avérée; & en dernier lieu à Pétersbourg, il a été prouvé par les faits, que deux différens aimans peuvent avoir une même force directrice, pourvu qu'on ait égard à la relation des distances, un des aimans étant très-foible, & l'autre très-vigoureux; en un mot, la force attractive de l'un étant incomparablement plus foible que la force attractive de l'autre, cela s'étend, même ayant toujours égard aux distances, jusqu'aux effets de la communication.

L'opinion des disciples de Descartes, sur la prétendue force, en Europe, du pôle boréal sur nos aiguilles ordinaires de boussole, laquelle force on prétendoit devoir l'emporter sur celle du pôle austral, se trouve donc par-là presque anéantie: elle n'a eu de vogue que parce que la question étoit d'abord mal entendue; car il est certain que cette opinion n'a eu lieu, & ne se trouve confirmée pleinement que par les aiguilles d'inclinaisons; mais dans la décomposition des forces, lorsqu'il s'agit de l'aiguille horizontale, c'est-à-dire de nos boussoles ordinaires, il n'est pas prouvé qu'un pôle agisse tout autrement que l'autre sur ces dernières, ni qu'il y ait plus d'une cause prépondérante qui trouble en cela leur vraie direction. » *Lois du magnétisme.*

Quatrième propriété. Déclinaison. Si l'aiguille aimantée se dirigeoit toujours du nord au sud, elle auroit une direction constante sans déclinaison; mais elle s'écarte tantôt plus, tantôt moins, soit vers l'orient, soit vers l'occident, du vrai point du nord, & cette déviation ou écart est la déclinaison de l'aimant. Un physicien doit donc d'abord constater cette déclinaison dans les lieux & dans les temps où il se trouve, & ensuite en évaluer la quantité. Pour cet effet, on tracera une méridienne dans un endroit quelconque, on placera dans un point de cette ligne un pivot perpendiculaire à l'horison, & on y mettra une bonne aiguille bien aimantée, & munie d'une chape faite avec soin, ainsi que nous l'avons dit au mot AIGUILLE AIMANTÉE. Si la direction de cette aiguille coïncide avec la méridienne, & qu'elle lui soit entièrement parallèle, il n'y aura point de déclinaison; mais si la ligne de direction de cette aiguille forme, avec la méridienne du lieu, un angle quelconque, alors l'aiguille déclinera du vrai nord, & la grandeur de cet angle indiquera la quantité de cette déclinaison. Supposons que le pivot soit élevé verticalement au centre d'un cercle ONES, *fig.* 365, que l'aiguille BA soit mise sur ce pivot;

il y aura une déclinaison de 40 degrés vers l'ouest, lorsque la pointe de l'aiguille aimantée formera, avec la méridienne NS, un angle, tel qu'on le voit dans la figure. Mais si l'aiguille BA étoit sur la ligne NS, qui désigne le nord & le sud, l'aiguille aimantée seroit alors exempte de déclinaison. Il n'est pas nécessaire que la circonférence entière soit graduée ; il suffit que le demi-cercle soit divisé en deux fois 90 degrés, le point de zéro, d'où commence la division, étant le vrai nord, l'essentiel est de bien orienter le cercle qui porte le pivot, c'est-à-dire, de bien placer la ligne NO, sur la vraie méridienne du lieu, ou parallèlement à elle. L'évaluation de la déclinaison de l'aimant est donc une opération très-aisée, elle ne demande que de l'attention & du soin.

Comme la déclinaison varie dans tous les temps & dans tous les lieux, & qu'il y a peu d'endroits & de temps où elle soit nulle, il est donc nécessaire de multiplier les observations de la déclinaison & de les répéter souvent, parce qu'on se tromperoit, si on vouloit conclure de la déclinaison d'un lieu, ou d'un temps à celle d'un autre.

Si cette déclinaison n'étoit pas perpétuellement variable, ou si cette variation suivoit une période régulière, & qu'on connût la loi de ses accroissemens & de ses diminutions, la navigation retireroit autant d'avantages des aiguilles déclinantes, que de celles qui auroient une vertu directrice constante. On a présumé que la déclinaison de l'aimant étoit soumise à une loi de cette espèce ; que la déclinaison étoit de 8, 9 ou 10 minutes par siècles. Mais les observations, faites jusqu'ici, n'ont été ni assez exactes, ni assez nombreuses, & les instrumens anciens ont été, ou trop défectueux, ou trop peu délicats, pour établir cette assertion, ainsi que nous le prouverons.

Traçons en peu de mots le tableau historique de ce qui a rapport à cette propriété de l'aimant qui nous occupe. Il paroît que c'est vers l'an 1633 que la variation de la déclinaison de l'aimant commença à être connue d'une manière assez sûre. Depuis 1541 jusqu'en 1664, la déclinaison fut orientale ; en 1666, la déclinaison étoit nulle, l'aiguille aimantée étant dirigée précisément aux deux pôles. Depuis ce temps jusqu'à présent, la déclinaison a été occidentale. Nous donnerons une table aussi complète qu'elle puisse l'être, des différentes déclinaisons, depuis 1541, jusqu'en 1790.

Lorsque la déclinaison eut commencé à être constaté, on s'aperçut que l'aiguille ne déclinoit pas sous le méridien des Açores ; c'est ce qui détermina à y placer le premier méridien. Mais bientôt après on trouva deux autres méridiens, sous lesquels l'aiguille présentoit le même phénomène ; l'un passoit par le cap des aiguilles, près du cap de Bonne-Espérance, & l'autre à Canton, dans la Chine. Cependant, quelque temps après, on observa que l'aiguille aimantée déclinoit dans ces contrées comme dans les autres.

M. Halley ayant imaginé une hypothèse pour expliquer les variations de la déclinaison de l'aimant qu'il croyoit régulières, entreprit un voyage long & dangereux pour examiner si elle étoit conforme à ses idées. La carte qui fut le résultat de ses travaux, fut alors trouvée d'une justesse étonnante pour la quantité de la variation assignée à chaque partie du globe ; elle représente la variation telle qu'elle étoit en 1700. On y trouve une ligne qui embrasse le globe presque dans son entier. « Cette courbe irrégulière passoit sur tous les lieux exempts alors de déclinaison ; elle commençoit en Amérique vers la Caroline, passoit, d'un côté, par la mer du nord, par les Bermudes, & de l'autre, par l'Océan éthiopique austral, par la Chine, à cent lieues de Canton à l'est, se terminant au cinquante-huitième de latitude australe. On trouve au-dessus de cette ligne, vers le nord, d'autres courbes qui passoient sur l'Océan occidental, & qui marquoient les déclinaisons vers le couchant dans les lieux qui étoient sous ses courbes. La ligne sans variation est mobile, & elle change de figure, parce que les variations dans un pays ne sont pas toujours proportionnelles à celles d'un autre. Elle passoit en 1600 au cap des Aiguilles, en 1638 à Vienne, en 1657 à Londres, & à Paris en 1666. La déclinaison, avant cette époque, étoit orientale dans tous les pays de l'Europe plus à l'ouest, & occidentale dans les lieux plus à l'orient. La courbe de M. Halley, ou le méridien magnétique, avoit à l'occident la déclinaison orientale, & à l'orient la déclinaison occidentale. Elle avoit avancé par conséquent, en 1770, vers le couchant, & s'étoit abaissée de la partie septentrionale de la terre vers l'australe, en parcourant avec plus de rapidité l'Europe & l'Océan atlantique que les derniers pays de l'Afrique : la déclinaison est aujourd'hui orientale à la gauche de la courbe de M. Halley, & occidentale à la droite ; Paris étant à la gauche de ce méridien avant 1666, la déclinaison y étoit orientale.

M. Delisle a trouvé une autre ligne sans déclinaison, qui traverse la mer du sud du septentrion au midi : elle paroît être la continuation du premier méridien de M. Halley, qui après avoir passé sur les Bermudes, la Caroline, la partie septentrionale de l'Amérique jusqu'à la Californie, descendroit vers l'équateur terrestre. La déclinaison est orientale des deux côtés de cette ligne ; la seconde ligne de direction de M. Halley passoit sur la nouvelle Hollande à l'est, sur les isles de Timor, de Célèbes, de Mindor & sur une partie du royaume de la Chine. Ce savant avoit tracé encore d'autres courbes sur sa carte, qu'on peut appeler les courbes de déclinaison, & dont chacune passoit sur tous les lieux où la déclinaison étoit la même. Il paroît que toutes les courbes septentrionales sont descendues vers l'équateur depuis 1700 ; car la déclinaison

est augmentée dans toutes ces contrées ». Nous rapporterons au mot MAGNÉTISME l'hypothèse de M. Halley qui supposoit que la terre renfermoit dans son sein un aimant immense, aux pôles duquel l'aiguille se dirigeoit sur la surface de la terre. Ces pôles n'étant pas placés dans le même méridien que les pôles terrestres, il expliquoit par là la déclinaison qui se trouve dans tous les lieux où la force des deux pôles n'est pas en équilibre. Si cet aimant ne tourne pas sur son axe avec la même vitesse que la terre, il paroîtra aller d'orient en occident, & il sera suivi des aiguilles ; elles seront immobiles lorsque le mouvement de l'aimant & celui de la terre seront en équilibre. Si quelque partie de cet aimant se trouve avoir plus de force, l'aiguille qui sera dans cette partie de la terre déclinera plus ou moins, & aura un mouvement progressif & rétrograde.

La table de M. Halley qui étoit exacte pour l'année 1700, ne l'est plus actuellement ; car les différentes directions de l'aimant ont bien changé depuis. (*Voyez* le mot VARIATION) Dès qu'on s'en apperçut, on tenta de la corriger, mais ce travail pénible ne peut présenter un résultat durable. On peut voir dans l'ouvrage de Muschenbroek une table pour l'année 1744 que ce savant a dressée d'après des observations recueillies dans les journaux des marins.

Mrs Mountaine & Dodson ont donné une autre table, sur les variations dans la déclinaison de l'aiguille aimantée, dans les différentes régions de la terre. Pour la former, ils consultèrent plus de cinquante mille observations dont ils firent une collection, ainsi qu'on le voit dans les transactions philosophiques, volume cinquantième, partie première.

Deux inconvéniens principaux s'opposent à la bonté & à l'usage de ces sortes de tables ; premièrement, l'irrégularité des déclinaisons dans tous les endroits de la terre où on les a observées, & secondement, l'inexactitude inévitable des observations faites en mer. Entrons dans quelques détails sur le dernier article ; savoir, que les observations sur la déclinaison de l'aimant faites en mer, en général, sont sujettes à quelques erreurs.

M. Wales, astronome anglois, après des expériences très-multipliées, assure, 1°. que les déclinaisons de l'aimant, observées avec le même compas de route, diffèrent de 3 à 5 & 6 degrés, & quelquefois même de 10, uniquement parce qu'on aura reviré de bord.

2°. La même boussole, dans la même position à tous égards à peu de milles d'intervalle, mais à deux différentes époques de la journée, donne des déclinaisons qui diffèrent entr'elles de 3, 4, 5, 6, & même 7 degrés.

3°. La même boussole, le même jour, & entre les mains du même observateur, donne des déclinaisons qui diffèrent entr'elles de 5 degrés, lorsque le même vaisseau est sous voile, ou lorsqu'il est à l'ancre dans une rade.

4°. Les boussoles faites par le même artiste, employées à la même époque & dans le même endroit, mais à bord de différens vaisseaux, donnent des déclinaisons qui varient de 3, 4, & même de 5 degrés.

5°. Les mêmes boussoles, à bord du même vaisseau, & à peu de milles de la même position, mais à des époques différentes, donnent des déclinaisons qui varient de 4, 5 degrés & plus.

6°. Différentes boussoles, en même tems, à bord du même vaisseau, & dans les mêmes circonstances à tous égards, donnent des déclinaisons qui varient de 3, 4, 5 & 6 degrés.

La preuve détaillée de ces vérités, se trouve dispersée dans les trois voyages que le capitaine Cook a faits autour du monde.

Les observations de la déclinaison de l'aiguille aimantée, doivent donc être faites, afin de pouvoir y compter, sur terre plutôt que dans un vaisseau. Il faut même sur terre un emplacement solide, un excellent instrument & de grands soins. Les observations anciennes n'ont pas toujours été faites avec ces conditions ; aussi ne doit-on regarder comme bien exactes, que celles qui ont été faites dans ces derniers temps.

Quoi qu'il en soit, nous allons présenter une table des différens degrés de *déclinaison de l'Aiguille aimantée*, observée à Paris, sur-tout à l'Observatoire royal, & continuée depuis 1550 jusqu'en 1790.

TABLE des différens degrés de déclinaison de l'aiguille aimantée, observés à Paris.

ANNÉES.	DÉCLINAISON. Deg.	Min.		ANNÉES.	DÉCLINAISON. Deg.	Min.	
1550	8	0	Vers l'Est.	1701	8	25	Vers l'Ouest.
1580	11	30		1702	8	48	
1610	8	0		1703	9	6	
1640	3	0		1704	9	20	
1664	0	40		1705	9	35	
1666	0	0	Vers l'Ouest.	1706	9	48	
1670	1	30		1707	10	10	
1680	2	40		1708	10	15	
1681	2	30		1709	10	15	
1683	3	50		1710	10	50	
1684	4	10		1711	10	50	
1685	4	10		1712	11	15	
1686	4	30		1713	11	12	
1692	5	50		1714	11	30	
1693	6	20		1715	11	10	
1695	6	48		1716	12	20	
1696	7	8		1717	12	45	
1698	7	40		1718	12	30	
1699	8	10		1719	12	30	
1700	8	12		1720	13	0	

ANNÉES.	DÉCLINAISON.		ANNÉES.	DÉCLINAISON.	
	Deg.	Min.		Deg.	Min.
1721	13	0	1756	17	45
1722	13	0	1757	18	8
1723	13	0	1758	18	0
1724	13	0	1759	19	10
1725	13	15	1760	19	45
1726	13	45	1761	18	40
1727	14	0	1762	18	50
1728	14	0	1763	18	45
1729	14	10	1764	19	15
1730	14	25	1765	18	58
1731	14	45	1766	19	15
1732	15	15	1767	19	30
1733	15	45	1768	19	50
1734	15	45	1769	19	50
1735	15	40	1770	19	50
1736	15	0	1771	19	55
1737	14	45	1772	19	50
1738	15	10	1773	19	50
1739	15	20	1774	19	56
1740	15	45	1775	19	42
1741	15	40	1776	19	33 ½
1742	15	40	1777	19	35
1743	25	10	1778	20	35
1744	16	15	1779	20	34
17.5	16	15	1780	20	44
1746	16	15	1781	20	17
1747	16	30	1782	20	44 ½
1748	16	15	1783	21	5
1749	16	30	1784	21	13
1750	17	15	1785	21	33
1751	17	15	1786	21	27
1752	17	15	1787	21	36
1753	17	20	1788	21	40
1754	17	15	1789	21	35
1755	17	30	1790	22	0

Vers l'Oueſt. Vers l'Oueſt.

Il n'étoit pas aiſé de continuer cette table, & d'éviter quelques lacunes, mais nous en ſommes venu à bout par les ſoins de M. Méchain, habile aſtronome de Paris, & connu par pluſieurs découvertes précieuſes.

Les obſervations qu'on vient de préſenter ſont, on ne peut le diſſimuler, trop inexactes pour pouvoir en conclure quelque réſultat général. Ces différentes déclinaiſons n'ont pas été faites avec la même aiguille, encore moins avec des aiguilles ſuſpendues d'une manière analogue; les forces magnétiques des premières aiguilles étoient beaucoup plus foibles que celles des nouvelles aiguilles aimantées par de meilleurs méthodes, & bien plus capables par-là de ſurmonter les obſtacles qui s'oppoſent à la vraie direction magnétique, &c. A ces difficultés, tirées du côté des aiguilles, on peut en ajouter d'autres qui proviennent du défaut d'attentions & de ſoins néceſſaires, ſoit dans l'emplacement de l'aiguille, ſoit dans l'éloignement des cauſes nuiſibles à l'effet, ſoit dans la manière d'obſerver, &c. Toutes ces obſtacles ont pu influer de diverſes manières dans la déclinaiſon & altérer les réſultats.

Dans le cours d'une année la déclinaiſon de l'aiguille aimantée varie continuellement, non-ſeulement chaque mois, mais chaque ſemaine, chaque jour, à chaque heure. Or, les obſervations annuelles de l'aimant, conſignées dans les mémoires de l'académie des ſciences, quand même, on ſuppoſeroit les inſtrumens parfaits, ce qui eſt bien éloigné de la réalité, ont été faites une fois, ou un petit nombre de fois par an. Dans cette hypothèſe, on ne peut pas en conclure la déclinaiſon annuelle, puiſque ce n'eſt que la déclinaiſon de l'heure où elle a été obſervée. Si elle eût été priſe en hiver, par exemple, elle eût été différente de la déclinaiſon obſervée dans le printemps ou dans l'été, ou dans l'automne; bien plus on y auroit trouvé des différences dans les divers jours d'une même ſaiſon, & dans les différentes heures d'un même jour. On verra à l'article ſuivant *Variation de l'aimant*, contenu dans le mot AIMANT, qu'il y a une variation diurne périodique, par laquelle l'aiguille aimantée tend à s'éloigner du nord vers l'oueſt, depuis huit heures du matin juſqu'à neuf heures du ſoir, une autre période de variation ayant lieu pendant la nuit juſqu'à huit heures du matin, inſtant où l'aiguille ſe rapproche le plus du nord.

Pour éviter les erreurs en ce genre, il auroit donc fallu multiplier les obſervations pendant le cours de l'année, les répéter même ſouvent durant chaque jour, & prendre une moyenne qui eût été l'obſervation moyenne annuelle; ce qui n'a été fait que depuis un très-petit nombre d'années. Ainſi, la plupart des obſervations rapportées chaque année dans les mémoires des différentes académies des ſciences & dans l'ouvrage de la connoiſſance des temps, ne ſont pas propres à former des réſultats en ce genre.

M. Caſſini a publié, depuis le mois de mai 1788, les déclinaiſons de l'aiguille aimantée, faites une fois par jour; il y joint les variations diurnes obſervées ſur la bouſſole à aiguille ſuſpendue par un fil de ſoie. L'obſervation de la déclinaiſon donne bien celle de l'heure où elle a été faite, mais non pas celle qui doit être la moyenne du jour. D'ailleurs, en juillet 1790, M. Caſſini a découvert un tuyau de fer blanc qui paſſoit, à ſon inſu, près de ſa bouſſole, & qui dérangeoit tellement l'aiguille que le tuyau oté, elle a paſſé de 21 degrés 27 minutes à 22 degrés 0 minutes. Les obſervations qu'il avoit faites précédemment à cette époque, ſont donc incertaines, parce qu'on n'eſt pas aſſuré que la différence ait toujourss été la même.

M. le Monnier, l'aſtronome, emploie, pour obſerver la déclinaiſon de l'aimant, une aiguille à ſecteur, inſtrument très-exact; mais comme il ne détermine que trois ou quatre fois par an cette

déclinaison, on ne peut conclure de ses observations la vraie déclinaison annuelle de l'aimant.

Le P. Cotte a négligé, depuis environ 1770, de publier les déclinaisons annuelles, parce que, s'étant appliqué à constater les variations diurnes & périodiques de l'aiguille aimantée, il a perdu confiance, m'écrivoit-il en dernier lieu, dans les résultats d'une observation annuelle qui, selon lui, ne signifie rien, puisque l'aiguille a des variations qui dépendent non-seulement des saisons, mais même de l'heure du jour à laquelle on observe.

Nous allons rapporter quelques observations qui confirmeront les vérités qui viennent d'être exposées. Commençons par quelques-unes des dernières années : M. Cassini a trouvé à l'Observatoire, que le 1er. janvier 1785, l'aiguille suspendue par un fil de soie, déclinoit de 21 degrés 33 minutes, & le 30 mai suivant, que sa déclinaison étoit de 22 degrés 0 minutes : dans l'espace de cinq mois, la même aiguille, suspendue de la même manière; dans le même lieu, observée par le même savant; en un mot, toutes choses égales, a décliné de 27 minutes, ce qui est considérable. *Connoiss. des temps*, de 1789; & *Extrait des observations faites à l'Observatoire*, ou *Mémoires de l'académie des sciences*.

En 1784, les 20, 23 & 26 février, l'aiguille aimantée, observée à une heure & demie, à Paris, mais à deux minutes & demie au nord de l'Observatoire, donna les déclinaisons suivantes : 21 degrés 2 minutes & demie; 20 degrés 57 minutes & demie; 21 & 13 minutes, à M. le Monnier, l'astronome.

En 1783, le même savant observa au même lieu, & toujours avec le même instrument, les déclinaisons suivantes :

1783	21° 0m & 5m.	le 21 Mars, à 3 h. ½ du soir.
	20 53	12 Mai, 4 h. ½ soir.
	21 55	2 Juin, 5 h. ½ soir.
	20 55	18 Décem. 3 h. ½ soir.

On pourroit prouver, par plusieurs autres exemples de ce genre, qu'il y a souvent de grandes différences dans les observations faites par la même personne, la même année, dans le même lieu, avec le même instrument, mais ce petit nombre d'observations qu'on vient de rapporter, suffit. Or, ceux qui forment des tables, peuvent prendre, & ont pris souvent une observation plutôt qu'une autre, sans aucune raison déterminante : ce qui fait voir que les résultats des tables ne sont point concluans.

Ajoutons que souvent dans ces sortes de tables, il y a, pendant quelques années, des observations moyennes, tandis que dans d'autres, on en a mis qui n'étoient que des observations d'un jour ou plutôt d'une heure. Ainsi, dans la table précédente, depuis 1773 jusqu'à 1778 exclusivement, on trouve des déclinaisons moyennes, observées par le P. Cotte, à Montmorency, tandis que, dans plusieurs des années suivantes, comme en 1778, 1779, 1780, 1783, 1784, les observations sont simples, & de M. le Monnier, avec son aiguille à secteur : pendant les années qui suivent, les déclinaisons ont été observées par M. Cassini, à l'observatoire, avec son aiguille à suspension de fil de soie, & toujours le premier juin.

C'est en multipliant les observations avec les mêmes instrumens, ou avec des instrumens semblables & comparables, qu'on pourra plus approcher des véritables résultats. On doit donc regarder comme tel, celui de la déclinaison, trouvé en 1780 & 1781, qui est 20 degrés 44 minutes & demi, parce qu'il a été conclu de 600 observations faites par M. Cassini & ses collaborateurs à l'Observatoire, depuis le 4 janvier 1780, jusqu'au 11 octobre 1781. Mais, malheureusement pour les progrès de la science, ces sortes d'observations n'ont pas été jusqu'à présent assez multipliées. Il nous a paru nécessaire d'offrir à nos lecteurs une espèce de discussion qui peut être appliquée aux autres objets analogues à ceux-ci, afin de déterminer le degré de confiance qu'on doit apporter à un grand nombre d'observations météorologiques.

Il y a des physiciens qui ont prétendu que la déclinaison de l'aimant avoit une période régulière; que cette période étoit de 1542 ans, son moyen mouvement étant d'environ 14 minutes par année; mais ce mouvement a paru beaucoup moindre à plusieurs observateurs. D'autres ont soutenu qu'elle étoit sujette à plusieurs anomalies. Une preuve, dit M. le Monnier, que la déclinaison n'est pas uniforme, c'est que 1°. l'aiguille a paru stationnaire depuis 1541 jusqu'à la fin du siècle. En 1541, elle étoit de 7 degrés au nord-est, selon le cadran de Bellarmatus.

2° Qu'en 1766, selon le livre de la mesure de la terre de M. Picard, elle ne faisoit alors pas un tiers de degré tout au plus vers le nord-ouest, & qu'ainsi elle accéléroit pour lors son mouvement de variation vers le nord-ouest.

3°. Qu'en 18 ans, depuis 1666 jusqu'en 1684, elle ne faisoit qu'environ 14 minutes par année, à raison de 7 degrés deux tiers pendant le tiers d'un siècle. Ce qui est assez conforme à ce qui s'observoit déjà en 1666.

4°. Que depuis 1666 jusqu'en 1702, en trente-deux ans, elle a varié assez pour qu'on en puisse conclure 8 degrés 6 minutes pour le tiers d'un siècle, à raison de 15 minutes 30 secondes par an vers le nord-ouest.

On ne trouve plus que 12 minutes par an vers le nord-ouest, si l'on prend la durée entière de 1666 jusqu'en 1769; la variation ayant augmenté de 20 degrés pendant ce long intervalle de temps.

5°. Depuis 1736 & 1737, jusqu'en 1769, la variation s'est accrue depuis 15 degrés jusqu'à près de 20 degrés, c'est-à-dire de près de 5 degrés dans le tiers d'un siècle; on n'auroit donc plus que 9 minutes par an, ce qui annonceroit que son mouvement s'est rallenti, puisqu'on a trouvé, au commencement de ce siècle, jusqu'à 15 à 16 min. par an.

6°. Enfin, depuis 1758 jusqu'en 1769, l'aiguille n'a pas varié tout-à-fait de 2 degrés, à raison de 10 min. et demie par an; mais comme il peut y avoir un peu d'erreur qu'il n'est pas facile de repartir pendant une aussi petite durée que onze années, on ne peut par cela seul prononcer si le mouvement s'est rallenti. La variation n'ayant été, à l'observatoire de Paris, le 6 août 1771, que de 19 d. 45 min. à raison de 8 min. par an depuis 1758, on a présumé avec probabilité que le mouvement approchoit du point où il seroit stationnaire, & que l'extrémité de l'aiguille semble tendre vers un point qui s'écarte un peu du nord à l'ouest, comme un pendule tend au centre de la terre, & faire autour de son centre, en vertu de cette tendance, de lentes oscillations, dont chacune dure environ deux siècles, & qui, pour le temps & la grandeur, sont divisées en deux parties à-peu-près égales. Mémoires de l'acad. des sc. 1770.

M. le Monnier donna l'année suivante (hist. de l'acad. 1771, p. 93 & 95.) un nouveau résultat de ses recherches. D'une observation faite en 1541, & du peu de mouvement qu'on remarqua avec un bon instrument, entre 1541 & 1610, il a conclu qu'elle étoit alors à-peu-près stationnaire; depuis elle est revenue vers le nord, y a passé en 1666, s'est ensuite avancée jusqu'à environ 20 degrés vers l'ouest, où elle paroît stationnaire. Ainsi on connoît d'une manière assez approchée les limites de ses variations. Quelques-uns ont cru que le temps de la plus grande vitesse dans la variation, ne répondoit point à la direction de l'aiguille vers le nord, mais à-peu-près à celle de six degrés vers l'ouest, c'est-à-dire, au point du milieu, entre sa plus grande variation occidentale & sa plus grande variation orientale. Il leur a paru aussi que son mouvement se rallentit à mesure qu'elle approche de ces points extrêmes, & que les deux parties de cette longue oscillation ne sont pas semblables, le mouvement paroissant plus rapide dans la partie occidentale.

Des observations postérieures nous déterminent à conclure que depuis 1769, le mouvement de l'aiguille aimantée s'est encore singulièrement rallenti; car sa déclinaison n'a été en 1789 que de 21 degrés 30 min. Ainsi il se pourroit bien qu'elle approchât de son *maximum* au nord-ouest. Peut-être rétrogradera-t-elle au nord pour repasser à l'est? C'est ce que sauront nos neveux.

Quoi qu'il en soit de cette question, il est certain qu'on ne sauroit mieux faire que d'amasser des matériaux pour la postérité; en multipliant les observations; mais, pour cet effet, il faut employer de bons instrumens, d'excellentes boussoles de déclinaison.

Boussole de M. le Monnier, l'astronome. Ce savant a donné en 1778, dans les mémoires de l'académie, la description d'une boussole de déclinaison. Elle est formée par un châssis, sur lequel on place une lunette qui fait avec l'axe de l'aiguille (lorsque ses deux extrémités répondent au point zéro de chacun des limbes de la boussole), un angle à-peu-près égal à celui qu'a la direction de l'aiguille aimantée, qu'on suppose à-peu-près connue, fait avec celle d'une mire éloignée, dont on a déterminé la position: on observe cette mire avec la lunette, dont le centre est marqué par l'intersection de deux fils. Par ce moyen le nombre de degrés dont l'aiguille s'éloigne de ce point zéro, est la quantité qu'il faut ajouter ou retrancher de l'angle que forme la lunette avec la ligne qui passe par les deux points zéro, pour avoir la vraie détermination. On n'a employé dans la construction de tout l'appareil, que du bois, du cuivre pur ou de l'argent. L'aiguille a 15 pouces de long & pèse 1446 grains.

Par ce moyen on peut s'assurer, avec une très-grande exactitude, de la direction de la lunette; & par conséquent, regardant comme nulle l'erreur pour la détermination du vrai nord, on connoîtra la déclinaison de l'aiguille avec toute l'exactitude qu'on peut attendre d'un instrument de 7 pouces & demi de rayon, dont on observe les divisions avec une loupe.

Cette boussole est représentée dans la *fig. 382.* ABCD, désigne la boîte de bois de l'ancienne boussole, avec son limbe intérieur sous AB, & un autre limbe qui lui est opposé, & qui a même centre O, en dedans du rebord CD, de la même boîte de bois. On y a adapté, avec quatre vis à tête perdue, le châssis de cuivre rouge DFGE, garni de ses deux traverses IH, np, ensorte que les vis m, n o, p, le fixent en dessous à la boîte, & à angles droits avec les côtés latéraux de la même boîte: c'est en O, centre de la boîte, qu'on met l'aiguille.

Comme on est fort éloigné des pôles terrestres de l'aimant, on n'a pas hésité à percer l'aiguille d'un trou suffisant dans son milieu, pour y introduire une chape d'agate, & il est aisé d'apprécier l'affoiblissement de l'aiguille par cette opération, puisqu'il s'y conserve encore assez de force magnétique pour la ramener, lorsqu'elle oscille à sa véritable direction: elle achève ses vibrations en dix secondes & demie de temps, ou du moins, telle est la quantité moyenne qu'on en a conclue sur un grand nombre de vibrations, ce qui suffiroit pour en déduire la force horisontale magnétique, le frottement étant connu,

Boussole de M. Coulomb. Cette boussole est destinée particulièrement aux observations de la déclinaison. La *figure* 383 représente extérieurement en perspective toutes les parties de la boussole ; elle est formée d'une boîte de deux ou trois piecs de longueur, posée sur deux traverses de cuivre B B, *i i ;* sur ces traverses s'élèvent les piliers A B, AB & *i* P, *i* P. Les deux premiers sont liés par une traverse N *n* qui porte au milieu d'un trou circulaire pour recevoir la tige creuse C F. On voit cette traverse avec l'ouverture pratiquée au milieu, & l'anneau dans la *figure* 384. Cet anneau dont le centre est le fil vertical qui soutient l'aiguille, sert de cercle de rotation à une alidade horisontale *a l*, l'alidade porte à son extrémité *l* une petite lunette microscopique placée verticalement pour observer les mouvemens de l'extrémité de l'aiguille aimantée.

La *figure* 385 représente une section de cette même boussole suivant sa longueur. L'aiguille *a d* est soutenue de champ par le moyen d'un coulant *b*, attaché par sa partie supérieure au fil de soie vertical *c b ;* on voit en *4* un second coulant qui sert de contrepoids pour établir l'aiguille dans une position horisontale ; à l'autre extrémité *d*, on soude un petit cadre de cuivre, sur lequel on trace un trait fort délié, suivant la longueur de l'aiguille, il représente le méridien magnétique.

Au foyer de la lunette *e g*, on a placé en *f* un petit fil de soie, dirigé suivant le rayon de l'alidade c'est-à-dire, dont le centre de rotation dans les mouvemens de l'alidade auquel tient la lunette, est le même que celui de l'aiguille. En *l* est le limbe d'un cercle qui parcourt l'extrémité de l'alidade divisée selon la méthode du *nonius ;* l'alidade exécute les petits mouvemens de rotation, au moyen d'une vis de rappel, comme on le pratique pour tous les instrumens destinés à donner les angles avec précision.

On place la boîte de cette boussole de manière que la longueur réponde au méridien magnétique, & les variations de l'aiguille se mesurent au moyen de l'alidade, en faisant correspondre le fil de la lunette avec le trait tracé sur le petit cadre de cuivre dont on a parlé. Pour déterminer la déclinaison absolue avec cette boussole, il faudroit placer horisontalement sur l'alidade, & parallèlement à son rayon, une lunette ordinaire avec laquelle on observeroit un point à l'horison.

M. Coulomb a donné, dans les mémoires de l'académie des sciences, année 1785, la description d'une *boussolle à suspension de fil de soie*, destinée à déterminer les variations diurnes. Quoique construite d'après les mêmes principes que celle dont on vient de voir la description, & dont il a parlé dans une addition aux recherches sur les aiguilles aimantées, imprimées dans le neuvième volume des savans étrangers, celle dont nous parlons actuellement, est plus simple dans sa construction, & plus commode dans ses usages.

La *figure* 386 représente en perspective toutes les parties de cette boussole A B C D, un bloc de pierre taillé à angles droits, & qui sert de semelle à la boussole : cette pierre a 24 pouces de longueur, 9 pouces de largeur, & 4 à 5 d'épaisseur. Le long côté B D se pose à-peu-près dans la direction du méridien magnétique du lieu où se fait l'observation. A 10 pouces de distance du côté A B, l'on fixe en *a e*, parallèlement à ce côté A B, une lame de cuivre rouge de 18 lignes de largeur. Sur cette plaque s'élève perpendiculairement une fourchette *d f*, fixée sur ses talons *d a*, sur la première plaque de cuivre, au moyen des vis. Dans la partie supérieure de cette fourchette en *f*, est la pince de suspension que l'on voit en détail à la *figure* 387. Le bouton *a* sert à tourner cette pince ; en *b* est la fente qui saisit le fil de suspension ; en *c* est l'anneau qui serre. La *fig.* 388 représente une seconde pince suspendue au fil de soie par sa partie supérieure *a*, & qui, par sa partie inférieure *b*, saisit l'aiguille aimantée qui, par ce moyen, se trouve suspendue de champ. L'aiguille aimantée est représentée, dans la *fig.* 386, en *h i ;* elle a 6 pouces de longueur depuis *h* jusqu'en *k*, où est son point de suspension ; & 12 pouces depuis ce point *k* jusqu'à son autre extrémité *i*. En *h*, est un coulant qui sert de contrepoids pour établir l'aiguille dans une position horisontale ; en *i* est une petite plaque d'argent soudée horisontalement au-dessus de l'aiguille, & sur laquelle on trace un trait dans la direction *h i*, milieu de l'épaisseur de l'aiguille ; cette aiguille doit être de bon acier, bien dressée, trempée d'abord tres-roide, & revenue à la consistence de ressort, aimantée ensuite par la méthode de la double touche. On peut lui donner différentes dimensions, il suffit de proportionner la force du fil de suspension à son poids. Celle représentée dans la figure, a 10 lignes de largeur à l'extrémité *h*, 3 lignes à l'extrémité *i*, & trois quarts de ligne d'épaisseur uniformément.

Pour observer la variation de cette aiguille, l'on se sert du micromètre *l m n p q* de cuivre rouge ; il est composé d'une semelle *l p*, de deux montans *l m*, *p n ;* d'un châssis horisontal *n m ;* d'un curseur S, qui porte à son centre une lunette microscopique à deux verres *r t* : le foyer de cette lunette est placé à 12 pouces de distance du fil de suspension *f k*. Le châssis *m n* du micromètre a un de ses longs côtés divisé en 16 degrés, & chacun de ceux-ci en quatre parties, qui sont par conséquent égales chacune à 15 minutes. Chaque côté du curseur correspond à trois degrés & demi, & est divisé en quinze parties, dont chacune par conséquent égale quatorze minutes, ou diffère d'une minute de chaque division du châssis, ce qui forme un nonius qui mesure les minutes. Le point O se trouve au milieu du côté divisé du châssis.

La lunette microscopique a deux fils de soie

très-fins recroisés à son foyer ; il faut tourner cette lunette qui sert à observer le trait de l'aiguille en *i*, de manière que ce trait se peigne au foyer de la lunette, suivant l'alignement d'un des fils. L'on fait suivre au curseur les mouvemens de l'aiguille, au moyen d'une vis & d'une rainure taillée en biseau sur les côtés intérieurs du châssis, dans laquelle rainure le curseur glisse.

La grande sensibilité de l'aiguille ainsi suspendue, rendroit toute observation impratiquable, si cette aiguille étoit découverte & exposée à tous les mouvemens de l'air. Pour cet effet, on couvre la boussole d'une boîte, ainsi qu'on le voit dans la *figure 389*. Cette boîte est entièrement ouverte par son fond ; son couvercle est ouvert dans la partie *b d*, pour y placer une glace 1 2 3 4, à travers laquelle l'on doit observer l'aiguille.

Boussole propre à déterminer le méridien magnétique. Cette boussole est construite d'après les mêmes principes que celle qu'on vient de décrire ; mais son aiguille, qui a dix-huit pouces de longueur, est de la même largeur & de la même épaisseur dans toute cette longueur. On la suspend par son milieu, comme on le voit dans la *fig. 390* ; il faut qu'elle soit parfaitement dressée & suspendue par son champ bien verticalement. Par le milieu de son épaisseur, l'on tire un trait d'une extrémité à l'autre, & l'on observe les deux extrémités de ce trait, au moyen de deux micromètres.

Comme cette aiguille est par-tout d'une épaisseur égale & très-petite, comme on la suppose bien dressée, qu'elle est suspendue de champ, le plan qui partage son épaisseur, vu verticalement par la ligne tracée sur son champ, sera à très-peu-près dans le méridien magnétique. Ainsi les deux foyers des microscopes se trouveront après l'observation, dans cette ligne méridienne ; ainsi, en tendant un fil d'argent sous ces deux foyers, après avoir ôté l'aiguille, & prolongeant ce fil d'argent jusqu'à une ligne méridienne tracée dans le lieu de l'observation, il sera facile de déterminer l'angle que formera le fil d'argent prolongé avec cette méridienne ; &, par conséquent, il sera facile d'avoir l'angle du méridien avec le méridien magnétique.

Comme, dans la pratique, il est assez difficile de se procurer une lame d'acier peu épaisse, qui soit parfaitement dressée, l'on peut se servir d'une aiguille, *figure 391*, suspendue horisontalement dans une espèce de boîte A. Aux deux extrémités de la lame sont soudés deux petits anneaux *n s* d'argent ou de cuivre ; l'on tend un fil de soie ou d'argent très-fin de *n* en *s*, dont on observe la direction, au moyen des deux micromètres, avant & après avoir retourné l'aiguille. La moitié de la différence des deux directions observées, détermine le méridien magnétique. *Mém. de l'académie des sciences.* 1785.

Nous ferons mention, au mot DÉCLINAISON *de l'aimant*, des tentatives qu'on a faites pour détruire, dans les aiguilles aimantées, la déclinaison à laquelle elles sont sujettes.

Variation de l'aimant, cinquième propriété magnétique. L'aiguille aimantée a une direction perpétuellement variable ; sa déclinaison n'est jamais constante, non-seulement dans la même année ou dans le même mois, mais encore dans le même jour. C'est ce qui a donné occasion de multiplier les observations, & de construire des instrumens plus parfaits que ceux qui sont employés communément. Par ces moyens on est venu à bout de découvrir trois sortes de périodes ou de variations régulières de l'aimant, *la variation annuelle*, la *variation menstruelle* & la *variation diurne*.

La *variation annuelle*, prise sous un certain rapport, ne diffère pas de la déclinaison magnétique dont nous avons parlé ; & une aiguille de variation, destinée à observer la variation annuelle, est la même chose que celle que nous avons nommée *aiguille de déclinaison*.

Mais l'aiguille aimantée éprouve encore une variation annuelle, qui va en augmentant depuis novembre jusqu'en mars, & diminue ensuite graduellement jusqu'en septembre ; & c'est celle-ci à qui on doit donner précisément le nom de *variation annuelle*, la suite de ces augmentations & diminutions progressives formant une période régulière. Comme chacune de ces variations particulières est très-petite, il faut, pour les observer, employer des aiguilles bien sensibles, comme celles dont on se sert pour connoître les *variations diurnes*.

Variation menstruelle de l'aiguille aimantée. Indépendamment de la déclinaison annuelle de l'aimant & de l'aiguille aimantée, il y a une période menstruelle bien marquée qu'on observe chaque mois.

La période menstruelle de l'aiguille aimantée commence en octobre, ou vers l'équinoxe d'automne ; l'augmentation de déclinaison se fait d'abord lentement ; elle commence à devenir plus considérable en janvier ; elle est dans toute sa force en février & en mars ; elle se ralentit un peu en avril & mai ; elle est foible en juin, un peu plus forte en juillet, pour s'affoiblir encore en août, où elle devient entièrement décroissante, & c'est en septembre que cette diminution de déclinaison est la plus grande, comme la plus grande augmentation avoit eu lieu six mois, immédiatement après la plus grande diminution de déclinaison d'avril à juin ; pour faire ces sortes d'observations, il faut avoir recours à l'aiguille de variation diurne.

variation diurne de l'aimant. Outre la variation annuelle & menstruelle de l'aimant, il y en a encore une qui est diurne, & dont la période est

connue d'après un grand nombre d'obſervations faites principalement en France, en Angleterre, en Hollande & en Suède. Le réſultat de la période diurne de l'aiguille aimantée mérite de trouver ici ſa place.

Depuis quatre juſqu'à ſix heures du matin, l'aiguille aimantée ſe rapproche du nord.

De ſix heures à trois heures du ſoir, elle s'en éloigne d'abord aſſez bruſquement, enſuite plus lentement.

Enfin, de trois à huit heures du ſoir, elle ſe rapproche de nouveau du nord.

La période diurne commence donc à ſix heures du matin; elle eſt dans toute ſa force pour augmenter entre huit & neuf heures du matin; elle ſe ralentit enſuite juſqu'à trois heures du ſoir; il y a alors une eſpèce de repos juſque vers quatre heures du ſoir; elle commence, à cette époque, à diminuer. Sa plus grande diminution a lieu de cinq à ſix heures du ſoir; elle continue de diminuer toute la nuit; il ſe fait encore une eſpèce de repos de quatre à ſix heures du matin; & alors une nouvelle période recommence, & ainſi de ſuite chaque jour.

Pour obſerver cette variation, on ne doit pas ſe ſervir d'une aiguille aimantée placée ſur un pivot; un trop grand frottement empêche l'aiguille d'obéir à la cauſe qui la ſollicite périodiquement à ſe mouvoir. Mais on doit la ſuſpendre par le moyen d'un petit étrier percé des deux côtés, pour recevoir l'axe de l'aiguille; & l'étrier doit être ſoutenu par un fil de ſoie non-tordu, parce que la torſion de divers filamens eſt un obſtacle que la cauſe magnétique ne pourroit vaincre. S'il eſt donc néceſſaire de compoſer le fil ſuſpenſeur de pluſieurs filamens de ſoie, ils doivent être mis l'un ſur l'autre parallèlement entr'eux, & unis légèrement par de l'eau gommée. De plus, l'aiguille doit être très-longue & renfermée dans une cage en grande partie de verre, pour la mettre à l'abri de pluſieurs cauſes perturbatrices; & tout l'appareil ſera placé ſur une baſe parfaitement ſolide.

Des obſervations multipliées ont été faites, avec l'aiguille aimantée, ſuſpendue à un fil de ſoie, en divers endroits, mais principalement à l'Obſervatoire de Paris. Nous allons donner des réſultats généraux de quelques années.

1785 { plus grande variation 16 m. 26 ſ. en avril, mai, juin.
plus petite variation 9 m. 35 ſ. en janvier, novembre, février.

1786 { plus grande variation 19 m. 10 ſ. en ſeptembre.
plus petite variation 19 m. 57 ſ. en décembre.

1787 { plus grande variation 20 m. 5 ſ. en avril.
plus petite variation 8 m. 2 ſ. en janvier.

1788 { plus grande variation 20 m. 15 ſ. en avril.
plus petite variation 8 m. 2 ſ. en janvier.

1789 { plus grande variation 19 m. 7 ſ.
plus petite variation 11 m. 3 ſ.

Nous ajouterons une table des variations moyennes de l'aiguille aimantée en 1789, dans les différentes heures de la journée, afin qu'on puiſſe ſe former une idée claire de la période diurne qu'elle ſuit dans ſa marche. On la doit au père Cotte.

TABLE des variations moyennes diurnes de l'aiguille aimantée. 1789.

Heures.	Variation moyenne.			Nombre des obſervations.	Nombre des agitations.
	Deg.	min.	ſec.		
Matin.					
VI.	7	46	39	280	11
VII.	7	40	14	289	17
VIII.	7	29	27	264	41
IX.	7	39	30	260	29
X.	7	51	28	225	29
XI.	8	10	3	244	26
XII.	8	33	10	255	29
Soir.					
I.	8	41	18	235	8
II.	8	41	50	225	7
III.	8	28	1	205	6
IV.	8	22	46	211	11
V.	8	8	49	191	20
VI.	8	5	59	188	20
VII.	7	59	3	211	19
VIII.	7	44	45	274	30
IX.	7	42	8	272	28
Réſultats de l'année.	8 d. 4 m. 27 ſ.			3829	331
				4160	

Plus grande variation de l'année, 11 d. 24 minutes, le 27 mars, avec aurore boréale.

Moindre variation de l'année. . . 4 d. 20 minutes, le 16 juillet.

Il réſulte de cette table, 1°. que l'aiguille aimantée

a une tendance continuelle à s'éloigner du nord, depuis huit heures du matin jusqu'à deux heures après-midi, & à s'en rapprocher, depuis cette dernière époque, jusqu'au lendemain à huit heures du matin.

2°. Que la plus grande agitation de l'aiguille a lieu à huit heures du matin.

Ces résultats, observés à Laon avec la boussole de variation de M. Coulomb, sont exactement conformes à ceux des années précédentes, savoir 1784, 1785, 1786, 1787 & 1788, pendant lesquelles le père Cotte a également observé les variations diurnes de l'aiguille aimantée. Cette table conséquemment suffit seule, & on a cru inutile de rapporter les autres tables.

Sixième propriété. Inclinaison. Indépendamment des différentes propriétés de l'aimant, dont nous avons parlé jusqu'ici, il y en a une autre qui seroit bien précieuse, si elle étoit constante. L'inclinaison magnétique est cette vertu par laquelle tout aimant, naturel ou artificiel, incline son axe vers l'horison : Cette propriété se démontre par l'expérience & l'observation.

Première expérience. Prenez un aimant naturel sphérique, dont l'axe & les deux pôles soient bien déterminés, placez-le dans un bassin plein de mercure, en tenant son axe parallèle à l'horison, & sous le méridien magnétique, vous le verrez bientôt sortir du parallélisme, lorsqu'il sera abandonné. Le pôle septentrional s'inclinera dans l'hémisphère septentrional, & conséquemment dans nos climats, & le pôle méridional s'élevera. Ceux qui sont au-delà de l'équateur & dans l'hémisphère austral, observeront que le pôle méridional de l'aimant s'abaissera vers le pôle sud de la terre, en répétant l'expérience dont nous venons de parler.

On prétend que la découverte de ce mouvement d'inclinaison de l'aimant est due à un artiste ingénieux nommé Robert.

Seconde expérience. Supposons une aiguille E F non aimantée (*figure 376*), qui soit bien en équilibre, lorsqu'elle est placée par son axe G sur son support; alors elle se tiendra dans la ligne horisontale E H; mais si on l'aimante ensuite, on la verra abaisser sa pointe au-dessous de G, plus ou moins jusqu'en F, par exemple. Le nombre de degrés interceptés entre le zéro marqué au point H, & le point F, indiquera la quantité de cette inclinaison. Il suffit, pour cet effet, d'avoir un quart de cercle HIK, gradué.

Pour rappeler l'équilibre, après le magnétisme communiqué à l'aiguille, on fait glisser convenablement un petit curseur E du côté opposé à l'axe G, & cette espèce de contre-poids a la force de l'inclinaison magnétique, produit le même effet que l'éloignement du poids dans une balance romaine. *Voyez* encore les *figures 375* & *381*.

Ce que l'expérience démontre ici est prouvé de même par l'observation; car les navigateurs remarquent constamment que leur aiguille aimantée s'incline à l'horison, vers le nord ou vers le midi, selon qu'ils voyagent dans l'un ou l'autre hémisphère. Cette inclinaison de l'aimant & de l'aiguille aimantée augmente même, à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur pour s'approcher de plus en plus des pôles. Sous l'équateur, l'aiguille est parallèle à l'horison; en s'éloignant progressivement de ce cercle, & en parcourant les différentes latitudes, on observe que l'aiguille s'incline de différentes manières; c'est toujours le bout de l'aiguille qui est tourné vers le pôle de la terre de même nom que celui de l'aiguille, qui s'abaisse, l'autre s'élevant conséquemment. *Mém. de l'acad.*, *ann. 1754*, *page 94* & suiv.

Plusieurs physiciens se sont imaginé que, par le moyen de l'inclinaison de l'aimant, on pourroit connoître la latitude des différens pays. Cet effet pourroit avoir lieu si l'aiguille aimantée s'inclinoit à l'horison proportionnellement à l'éloignement de l'équateur; mais il s'en faut de beaucoup que cette progression graduelle ait lieu uniformément. Il y a, à la vérité, une inclinaison qui est plus grande, à mesure qu'on approche des pôles; mais cette augmentation n'est pas régulière dans les diverses contrées; elle n'est pas constante dans le même pays. Ces espèces d'anomalies dépendent peut-être des défauts des aiguilles actuelles d'inclinaison, qui troublent irrégulièrement la marche de l'inclinaison magnétique. On ne sera instruit de la vérité de cette conjecture que lorsqu'on aura des aiguilles d'inclinaison bien comparables entre elles, que plusieurs aiguilles faites de la même manière s'inclineront également dans une latitude donnée; & que, transportées dans différens pays, leur inclinaison soit proportionnelle à leur latitude, ou que, s'il y a des variations, elles suivent une loi uniforme. Mais à présent, des observations & des expériences nombreuses nous apprennent que la quantité d'inclinaison plus ou moins grande des aiguilles, dépend de la qualité de l'acier, de la forme & de la longueur des aiguilles, de leur suspension, & sur-tout des méthodes d'aimanter & de la force qui leur a été communiquée.

On a vu, au mot AIGUILLE AIMANTÉE, *aiguille d'inclinaison*, la description de quelques aiguilles d'inclinaison, du P. Feuillée, de M. Buache, des travaux de M. Bernoulli, &c. Le mémoire de ce dernier savant, sur les boussoles d'inclinaison, obtint, en 1743, le prix de l'académie des sciences. Le calcul de l'erreur que les différentes espèces de frottement peuvent causer dans l'inclinaison d'une lame mobile dans ses tourillons, & assujettie à la force magnétique & à la pesanteur; le calcul plus délicat encore du changement que doivent produire, dans le lien du centre de gravité, l'inclinaison de la lame & la courbure que son poids lui

fait contracter ; des moyens ingénieux de reconnoître avec certitude, par l'expérience aidée du calcul, la véritable inclinaison, tandis que l'aiguille, observée immédiatement, en donneroit toujours une fausse ; tels sont les objets traités dans cette dissertation. D'après cet exposé, on pense bien que les boussoles d'inclinaison, de M. Bernoulli, doivent être rangées parmi les meilleures. On en trouve la description dans les *Acta Helvetica*, tom. III. M. Euler les a aussi décrites dans les *Novi Comment. acad petropolit.* tom. XIV, *pars II.* On trouvera, dans le recueil des prix de l'académie des sciences de Paris, ce mémoire de M. Bernoulli, avec celui de M. Euler sur le même sujet.

Quoique par ces différentes recherches, on ait surmonté quelques obstacles qui s'opposent à la perfection des aiguilles & des boussoles d'inclinaison, il y en a plusieurs autres qui subsistent encore, & qui empêchent que ces instrumens ne soient comparables : de sorte que, dans l'état actuel de nos connoissances sur cette partie, on est réduit à savoir que l'inclinaison de l'aimant est une de ses propriétés, & que cette inclinaison ne suit point, quant à nous, de loi régulière.

Cette inclinaison magnétique est si constante que les navigateurs ont toujours soin de coller sous l'aiguille aimantée un petit contre-poids, ou d'y mettre quelques gouttes de cire du côté opposé à celui qui s'incline, afin que l'aiguille conserve toujours sa position horisontale ; car l'inclinaison augmenteroit les frottemens de leurs aiguilles. Ils ont encore soin d'augmenter ou de diminuer ces contre-poids, lorsqu'ils s'approchent plus ou moins des pôles.

Au mot MAGNÉTISME, nous traiterons de la cause de cette inclinaison de l'aimant, c'est-à-dire, de la cause qui détermine l'aimant à faire un angle avec l'horison, à se diriger vers les pôles magnétiques qui ne coïncident pas avec ceux de la terre.

Les observations qu'on a faites sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée, sont bien moins nombreuses que celles de la déclinaison ; nous n'en citerons ici que quelques-unes, sur-tout des plus récentes, parce qu'on peut appliquer ici, en discutant les observations de la déclinaison de l'aimant. Les aiguilles d'inclinaison, des divers observateurs, en différens lieux & en divers temps, étoient trop dissemblables, ainsi que plusieurs autres circonstances, pour pouvoir former des tables bien exactes, soit par rapport aux espaces, soit relativement aux temps.

Inclinaison de l'aimant, observé à Paris par M. Cassini.

1786.	71°.	5m.	le 1er. Juin.
1787.	71°.	0m.	le 1er. Juin.
1788.	71°.	1m.	le 1er. Juin.
1789.	70°.	56m.	le 1er. Juin.

L'inclinaison (moyenne) étoit en 1780, à l'observatoire 71°. 48m. ; elle étoit en 1772 de 71°. 20m.

Le peu de variété qu'a indiqué l'inclinaison de l'aiguille à Paris & à Londres, où elles ont été fabriquées avec soin depuis cent ans, indique assez clairement qu'elles ont très-peu varié quant à leur inclinaison apparente. Il en est de même dans quelques autres pays. A Londres, en 1576, on a trouvé l'inclinaison de 73 & 71 degrés, $\frac{5}{6}$; en 1747, M. Graham l'a trouvée de 73 dégrés & demi ou 2 dégrés seulement plus grande qu'à Paris.

Avant le voyage de M. Richer, en l'île de Cayenne & à son retour, l'inclinaison de l'aiguille aimantée étoit de 75 degrés d'inclinaison apparente, à Paris. A la Cayenne, la même aiguille étoit inclinée de 50 degrés du côte du nord. Rohault trouva l'inclinaison de 70 degrés environ.

Il seroit peut-être inutile de rapporter ici un plus grand nombre d'observations faites en différens lieux & en différens temps, sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée, parce que la plûpart des aiguilles, dont on s'est servi, n'étoient pas comparables entr'elles : on peut dire des aiguilles d'inclinaison ce que nous avons dit à l'article *cinquième propriété* de L'AIMANT ; *déclinaison.* Au reste, on peut consulter la carte réduite des diverses inclinaisons de l'aiguille aimantée, que M. Wilcke, Suédois, a publiée en 1768. On a trouvera dans les *mémoires de l'académie de Stockholm*, & dans les *lois du magnétisme. Voyez* INCLINAISON DE L'AIMANT.

En comparant un grand nombre d'observations sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée, on a reconnu que c'est aux environs de l'équateur que l'inclinaison est presque toujours nulle ; & que l'équateur magnétique est au dessus de l'équateur terrestre dans la partie de la mer des Indes, situé vers le 97 degré de longitude (à l'est du méridien de Paris) & qu'il paroît, au contraire, au-dessous de la ligne dans la portion de la mer pacifique qui correspond au 197 degré ; d'où on a conjecturé que le pôle magnétique est éloigné vers l'est du pôle de la terre, relativement aux mers des indes & pacifique, & que par conséquent il doit être situé dans les terres les plus septentrionales de l'Amérique. Si l'aiguille aimantée étoit sur les pôles magnétiques de la terre, elle y seroit dans une position perpendiculaire : ce phénomène est un indice propre à reconnoître les vrais pôles magnétiques de notre globe.

Dans l'hémisphère austral, l'aiguille d'inclinaison, au rapport du voyageur Noël, se tenoit perpendiculaire au trente-cinquième ou trente-sixième degré de latitude ; & cette perpendicularité de l'aiguille

guille se soutenoit dans une longue étendue, sous différentes longitudes, depuis la mer de la nouvelle Hollande jusqu'à sept ou huit cent milles du Cap de Bonne-Espérance. Cette observation s'accorde avec le fait rapporté par Abel Tasman, dans son voyage en 1642; ce voyageur dit avoir observé que l'aiguille de ses boussoles horisontales ne se dirigeoit plus vers aucun point fixe, dans la partie de la mer voisine à l'occident de la terre de Diemen; & cela doit arriver en effet, lorsqu'on se trouve sur un pôle magnétique. En comptant donc sur cette observation du voyageur Noël, on est en droit d'en conclure, dit M. de Buffon, qu'un des pôles magnétiques de l'émisphère austral étoit situé, dans ce temps, sous la latitude de 35 ou 36 dégrés, & que quoiqu'il en eût une assez grande étendue en longitude, l'aiguille n'avoit point de direction constante, on doit supposer, sur cette ligne, un espace qui servoit de centre à ce pôle, & dans lequel, comme sur les parties polaires de la pierre d'aimant, la force magnétique étoit la plus concentrée; & ce centre étoit probablement l'endroit où Tasman a vu que l'aiguille de ses boussoles horisontales ne pouvoit se fixer. *Hist. nat. des Miner.*

Le capitaine Cook dit que l'inclinaison de l'aiguille aimantée fut de 64 dégrés, 36 minutes les trois différentes fois qu'il relâcha à la nouvelle Zélande, dans une baye, située par 41 dégrés, 5 minutes, 56 secondes de latitude & 172 dégrés 0 minutes, 7 secondes de longitude. Cette observation, sur laquelle on peut compter, puisqu'elle a été répétée jusqu'à trois fois différentes, dans le même lieu, en différentes années, vient à l'appui des précédentes.

Si on promène, sur un aimant sphérique, une petite aiguille de boussole, on observera des inclinaisons différentes entre l'équateur magnétique & les pôles, & qui seront dans un sens ou dans le sens contraire, selon leur position dans un hémisphère ou dans l'autre: on remarquera une horisontalité à l'équateur & une perpendicularité aux pôles. L'équateur magnétique est le point de partage entre les deux directions & inclinaisons en sens contraire; & cette ligne de séparation ne se trouve pas précisément à une distance égale des deux pôles. *Voyez* EQUATEUR MAGNÉTIQUE.

L'inclinaison de l'aimant change souvent plus que la déclinaison, suivant les lieux, mais elle est plus constante pour les temps, & l'on a même observé que la différence de hauteur, comme du sommet d'une montagne à sa vallée, ne change rien à son inclinaison. M. de Lamanon, étant sur le pic de Tenerife, à 1900 toises au-dessus du niveau de la mer, a observé que l'inclinaison de l'aiguille étoit la même qu'à Sainte-Croix. L'inclinaison est encore sujette, comme la déclinaison, à des trépidations presque continuelles de jour en jour, d'heure en heure, & pour-ainsi-dire de moment à moment. En général, les changemens d'inclinaison, depuis 1700, ont été inégaux & irréguliers dans les divers points des deux hémisphères du globe.

Seconde propriété. Communication. L'aimant peut communiquer au fer & à l'acier toutes ses propriétés, & en faire une espèce d'aimant qui ait même plus de vertu que l'aimant naturel qui en est la source & le principe. Ce qui paroît même étonnant, c'est qu'il transmet toutes ses propriétés, sans s'en dépouiller, à un nombre indéfini de corps susceptibles de les recevoir; c'est que sa vertu ne s'affoiblit pas même par la communication la plus réitérée.

Première expérience. Prenez une pierre d'aimant, armée comme celle de la *figure 349*, par exemple; passez, à plusieurs reprises, sur un des pieds de l'armure, une lame de fer ou d'acier, comme on le voit dans la *figure 392*, mais toujours dans le même sens, vous verrez bientôt que cette lame aura acquis la vertu d'attirer un autre morceau de fer ou d'acier qu'on lui présentera, un aimant même. Voyez *attraction de l'aimant; première propriété.*

Cette lame aura deux pôles, l'un nord & l'autre sud; elle repoussera le pôle septentrional d'une aiguille aimantée en équilibre sur un pivot; elle attirera, au contraire, ce pôle de l'aiguille par son pôle sud, &c.

Seconde expérience. Si on creuse au milieu d'une lame, ou d'un petit barreau d'acier, une cavité conique, comme celle d'une chape de boussole, & qu'ensuite on l'aimante; lorsqu'on l'aura placée sur une pivot, cette lame se dirigera vers le nord par une de ses extrémités. Elle déclinera du vrai nord, comme l'aimant; elle éprouvera les variations diurnes périodiques; elle s'inclinera plus ou moins vers l'horison, comme l'aimant; bien plus, elle communiquera la vertu magnétique à des aiguilles & à d'autres lames.

Toutes les expériences faites avec des aiguilles aimantées, dont on a parlé jusqu'à présent, prouvent également la propriété de la communication magnétique, puisque l'aiguille est une lame d'acier à laquelle la vertu magnétique a été transmise. *Voyez* AIMANT ARTIFICIEL.

Ce qu'il y a de singulier, c'est que, par la même opération, toutes les propriétés sont communiquées ensemble au fer & à l'acier, & qu'on ne connoît point de procédé pour séparer ces propriétés, soit en n'en communiquant qu'une seule, soit en détruisant toutes les propriétés, excepté une, ce qui peut-être augmenteroit l'intensité de celle qui resteroit seule.

On distingue les aimans, relativement à leur vertu communicative, en généreux & en vigoureux. Les premiers sont ceux qui communiquent une grande vertu magnétique au fer & à l'acier; les

seconds sont ceux en qui on remarque une grande vertu attractive & répulsive. Il y a des aimans qui sont, en même temps, généreux & vigoureux à un haut degré; on en trouve qui sont plus généreux que vigoureux, & d'autres réciproquement. L'aimant peut aussi produire ces effets sur d'autres aimans, soit naturels, soit artificiels.

La qualité qui rend un aimant vigoureux, ne dépend pas de sa grosseur; car, dans le cabinet des curiosités de la société royale de Londres, il y a une pierre d'aimant qui pèse soixante livres, qui n'élève pas un fort grand poids, eu égard à sa grandeur, mais qui attire une aiguille à la distance de neuf pieds. D'un autre côté, l'histoire de l'académie des sciences parle d'une pierre d'aimant qui pesoit onze onces, & levoit vingt-huit livres de fer, c'est-à-dire, plus de quarante fois son poids; des Hollandois vouloient la vendre cinq mille francs.

[En général, il suffit de toucher, ou même seulement d'approcher le pôle d'une bonne pierre du corps à qui l'on veut communiquer la vertu magnétique, & aussitôt celui-ci se trouve aimanté. A la vérité, le fer qui n'aura reçu de vertu que par un instant de contact avec l'aimant, la perdra presque aussitôt qu'il en sera séparé. Mais on rendra sa vertu plus durable, en le laissant plus long-temps auprès de l'aimant, ou bien en le faisant rougir avant que de l'approcher de la pierre, & le laissant refroidir dans cette situation: dans ce cas, la partie qu'on présentera au pôle boréal de l'aimant, deviendra un pôle austral, & deviendroit pareillement pôle boréal, si on l'approchoit du pôle austral de l'aimant.

Mais comme ces moyens simples ne procurent pas une grande vertu, on en emploie ordinairement d'autres plus efficaces.

Premièrement, on a découvert que le fer frotté sur un des pôles de l'aimant, acquiert beaucoup plus de vertu que sur toute autre partie de la pierre, & que la vertu que ce pôle communique au fer, est bien plus considérable, lorsqu'il est armé, que lorsqu'il est nu. 2°. Plus on passe lentement le fer, & plus on le presse contre le pôle de l'aimant, plus il reçoit de vertu magnétique. 3°. Il est plus avantageux d'aimanter le fer sur un seul pôle de l'aimant, que successivement sur les deux pôles; parce que le fer reçoit de chaque pôle la vertu magnétique, dans des directions contraires, & dont les effets se détruisent. 4°. On aimante beaucoup mieux un morceau de fer en le passant uniformément, & dans la même direction, sur le pôle de l'aimant, suivant sa longueur, qu'en le frottant simplement par son milieu; & on remarque que l'extrémité qui touche le pôle la dernière, conserve le plus de force. 5°. Un morceau d'acier poli, ou bien un morceau de fer acéré, reçoivent plus de vertu magnétique, qu'un morceau de fer simple & de même figure; & toutes choses d'ailleurs égales, on aimante plus fortement un morceau de fer long, mince & pointu, qu'un autre d'une forme toute différente: ainsi, une lame de sabre, d'épée ou de couteau, reçoivent beaucoup plus de vertu qu'un carreau d'acier de même masse, qui n'a d'autre pointe que ses angles. En général, un morceau de fer ou d'acier, passé sur le pôle d'un aimant, comme nous avons dit, ne reçoit, ou plutôt ne conserve jamais qu'une vertu magnétique déterminée; & il paroît que cette quantité de vertu magnétique est déterminée par la longueur, la largeur & l'épaisseur du morceau de fer ou d'acier qu'on aimante. 6°. Puisque le fer ne reçoit de vertu magnétique que suivant sa longueur, il est important, lorsqu'on veut lui communiquer beaucoup de vertu magnétique, que cette longueur soit un peu considérable: c'est pourquoi une lame d'épée reçoit plus de vertu qu'une lame de couteau, passée sur la même pierre. Il y a cependant de certaines proportions d'épaisseur & de longueur, hors desquelles le fer reçoit moins de vertu magnétique; en voici un exemple: on a aimanté six lames de fer de 4 pouces de long & d'environ $\frac{1}{10}$ de pouce d'épaisseur; leur largeur respective étoit de 1, 2, 3, 4, 5, & 6 lignes; on les a passées chacune trois fois, & de la même manière, sur le pôle d'un excellent aimant, & on a éprouvé les différens poids qu'elles pouvoient soulever.

La première, qui étoit la plus petite, leva. . . . . 1 grain $\frac{1}{4}$.

La deuxième, large de deux lignes, ... 10 $\frac{5}{8}$

La troisième, large de trois lignes, ... 7 $\frac{5}{8}$

La quatrième, large de quatre lignes, ... 2 $\frac{6}{6}$

La cinquième, large de cinq lignes, ... 1 $\frac{1}{2}$

La sixième, large de six lignes, 1 $\frac{1}{10}$

Voici maintenant la preuve que la force magnétique, qu'un morceau de fer peut recevoir d'un aimant, dépend aussi de la proportion de sa longueur: on a pris une lame de fer de $\frac{1}{100}$ de pouce d'épaisseur de 5 lignes de large, & de 13 $\frac{1}{4}$ pouces de long: on l'a passée trois fois sur le pôle d'un aimant, & elle a porté 25 grains: on l'a réduite à la longueur de 10 pouces, & on l'a aimantée trois autres fois, elle a porté 33 grains: réduite à 9 pouces, elle a porté 19 grains: à 8 pouces, 17 grains: à 4 pouces, 1 $\frac{1}{2}$ grain: d'où l'on voit que la longueur doit être déterminée à 10 pouces, ou entre 10 & 13 $\frac{1}{4}$, pour qu'avec la largeur & l'épaisseur données, cette barre puisse acquérir le plus de vertu magnétique.

Lorsqu'une lame de fer ou d'acier, d'une cer-

taine largeur & épaiſſeur, ſe trouve trop courte, pour recevoir beaucoup de vertu magnétique par communication, on peut y ſuppléer en l'attachant ſur un autre morceau de fer plus long, à-peu-près de même largeur & épaiſſeur, enſorte que le tout ſoit à-peu-près auſſi long qu'il eſt néceſſaire, pour qu'une barre, qui auroit ces mêmes dimenſions, pût acquérir le plus de vertu magnétique qu'il eſt poſſible, en la paſſant ſur le pôle de l'aimant: alors, en ſéparant la petite barre de la grande, on trouvera ſa vertu magnétique conſidérablement augmentée. C'eſt ainſi qu'on a trouvé moyen d'augmenter conſidérablement la vertu magnétique d'un bout de lame de ſabre d'un pied de long, en l'appliquant ſur un autre qui avoit 2 pieds 7 pouces 8 lignes de longueur, & en les aimantant dans cette ſituation: alors la petite lame qui ne pouvoit porter, étant aimantée toute ſeule, que 4 onces 2 gros 36 grains, ſouleva, après avoir été ſéparée de la grande, 7 onces 3 gros 36 grains.

Il faut cependant obſerver que deux lames ainſi unies l'une à l'autre, ne reçoivent pas autant de vertu magnétique, qu'une ſeule lame de même longueur & d'égale dimenſion. Car on a coupé en deux parties bien égales une lame de fer médiocrement mince, & on a partagé une des moitiés en pluſieurs morceaux rectangulaires: on a rapproché les parties ſciées les unes des autres, afin qu'elles puſſent faire à-peu-près la longueur qu'elles avoient auparavant, & on les a fixées dans cette ſituation: on a placé à côté la moitié de la lame qui n'a point été coupée, & on les a aimantées toutes deux également: la partie, qui étoit reſtée entière, a eu beaucoup plus de vertu magnétique que l'autre, & la partie coupée en recevoit d'autant moins, que ſes fragmens étoient moins contigus les uns aux autres.

Indépendamment de ces méthodes de communiquer au fer la vertu magnétique par le moyen de l'aimant, il y en a d'autres dont nous parlerons ci-après en traitant du magnétiſme artificiel: mais nous ne ſaurions nous diſpenſer à préſent de faire ſavoir qu'il y a des moyens de donner au fer une vertu magnétique très-conſidérable, & même d'augmenter celle des aimans foibles au point de les rendre très-vigoureux. M. Knight, du collége de la Magdeleine à Oxford, eſt l'auteur de cette découverte, qu'il n'a pas encore rendue publique: voici des exemples de la grande vertu magnétique qu'il a communiquée à des barreaux d'acier, qu'on ne pouvoit pas leur procurer en les aimantant ſur les meilleurs aimans à la manière ordinaire: 1°. un petit barreau d'acier à huit pans, de trois pouces $\frac{7}{10}$ de long & du poids d'environ une demi-once, a levé par un de ſes bouts environ onze onces, ſans être armé: 2°. un autre barreau d'acier parallélipipède de $\frac{59}{10}$ de pouce de long, de $\frac{4}{10}$ de pouce de large, & de $\frac{2}{10}$ d'épaiſſeur, peſant deux onces huit grains $\frac{1}{2}$, a levé vingt onces par une de ſes extrémités ſans être armé: 3°. un autre barreau de la même forme & de quatre pouces de long, armé d'acier comme un aimant, l'armure contenue avec un bandage d'argent, le tout peſant une once quatorze grains, a levé, par le pied de ſon armure, quatre livres: 4°. un barreau d'acier parallélipipède de quatre pouces de long, d'un pouce $\frac{2}{10}$ de large, & de $\frac{1}{10}$ de pouce d'épaiſſeur, armé par ſes extrémités avec un bandage de cuivre pour maintenir l'armure, le tout peſant quatorze onces un ſcrupule, a levé, par un des pieds de l'armure, quatorze livres deux onces & demie.

Il a fait auſſi un aimant artificiel avec douze barreaux d'acier armés à la manière ordinaire, lequel a levé, par un des pieds de l'armure, vingt-trois livres deux onces & demie. Ces 12 barreaux avoient chacun un peu plus de quatre pouces de long, $\frac{3}{10}$ de pouce de large, & $\frac{16}{100}$ d'épaiſſeur; chacune de ces lames peſoit environ 25 ſcrupules, & elles étoient placées l'une ſur l'autre, enſorte qu'elles formoient un parallélipipède d'environ deux pouces de haut: toutes ces lames étoient bien ſerrées avec des liens de cuivre, & portoient une armure d'acier à l'ordinaire; le tout peſoit 20 onces.

La méthode de communiquer une grande vertu magnétique, particulière à M. Knight, n'eſt pas bornée au fer & à l'acier: il ſait auſſi aimanter un aimant foible, au point de le rendre excellent; il en a préſenté un à la ſociété royale de Londres, qui peſoit tout armé, 7 ſcrupules 14 grains, & qui pouvoit à peine lever deux onces, l'ayant aimanté diverſes fois, ſuivant ſa méthode, il ſouleva juſqu'à 13 onces. Il aimante ſi fort un aimant foible, qu'il fait évanouir la vertu de ſes pôles, & leur en ſubſtitue enſuite d'autres plus vigoureux & directement contraires, enſorte qu'il met le pôle boréal où étoit naturellement le pôle auſtral, & ainſi de l'autre pôle: il place pareillement les pôles d'un aimant où étoit auparavant l'équateur, & l'équateur où étoient les pôles: dans un aimant cylindrique il met un pôle boréal tout autour de la circonférence du cercle qui fait une des baſes, & le pôle auſtral au centre de ce même cercle, tandis que toute la circonférence de l'autre baſe eſt un pôle auſtral, et le centre eſt pôle boréal. Il place à ſa volonté les pôles d'un aimant en quel endroit on peut le déſirer; par exemple, il rend pôle boréal le milieu d'une pierre, & les deux extrémités ſont pôle auſtral. Enfin, dans un aimant parallélipipède, il place les pôles aux deux extrémités de telle ſorte, que la moitié ſupérieure de la ſurface eſt pôle auſtral, & la moitié inférieure pôle boréal; la moitié ſupérieure de l'autre extrémité eſt pôle boréal, & l'inférieure, pôle auſtral.

Il eſt vraiſemblable que M. Knight, réuſſit à produire tous ces effets, par quelque moyen ana-

logue à celui qui a été révélé au public, par M. Michell, c'est-à-dire, par le secours des aimans artificiels, faits avec des barreaux d'acier trempés & polis, aimantés d'une façon particulière, qu'il nomme la *double touche.*

Il est très-certain qu'on peut donner à des barreaux d'acier d'une figure convenable, & trempés fort dur, une quantité de vertu magnétique très-considérable. L'acier trempé a cet avantage sur le fer & sur l'acier doux, qu'il retient beaucoup plus de vertu magnétique, quoiqu'il ait plus de peine à s'en imbiber, & qu'on est le maître de placer les pôles à telle distance qu'on voudra l'un de l'autre, & dans les endroits qu'on jugera les plus convenables. Nous exposerons tout-à-l'heure, à l'article de l'aimant artificiel, la manière d'aimanter par le moyen de la *double touche.*]

La communication de la vertu magnétique n'épuise en aucune manière sensible l'aimant dont on emprunte la vertu. Quel que soit le nombre de morceaux de fer qu'on aimante avec une même pierre, on ne diminue rien de sa force; quoique cependant on ait vu des aimans qui ont donné au fer plus de vertu pour lever des poids, qu'ils n'en avoient eux-mêmes, sans que pour cela leur force ait paru diminuer.

Le fer ne s'enrichit pas non plus aux dépens de l'aimant, quelque vertu qu'il acquière, car on a pesé exactement une lame d'acier polie, & un aimant armé, &, après avoir marqué le poids de chacun séparément, on a aimanté la lame: après l'opération, on a trouvé le poids de ces deux corps exactement le même, quoiqu'on se soit servi d'une balance très-exacte.

Au reste, ce ne sont pas les aimans qui lèvent les plus grands poids qui communiquent le plus de vertu: l'expérience a appris que des aimans très-petits & très-foibles pour porter du fer, communiquent cependant beaucoup de vertu magnétique: il est vrai qu'il y a des espèces de fer qui ne reçoivent presque point de vertu d'un bon aimant, tandis qu'une autre espèce de fer en reçoit un très-considérable.]

Non-seulement on peut communiquer la vertu magnétique au fer & à l'acier, en employant un aimant naturel ou artificiel, mais on peut encore la leur donner, même dans un très-haut degré, par un procédé très-simple, sans employer en aucune manière l'aimant. Il suffit pour cela de poser sur la surface polie d'une grande pièce de fer, des barreaux d'acier, de les frotter ensuite un très-grand nombre de fois, toujours dans le même sens, au moyen d'une grosse barre de fer, dont l'extrémité inférieure sera polie. Après avoir retourné les barreaux d'acier, on répète l'opération sur les autres surfaces qui n'avoient pas été frottées. On a ensuite des barreaux fortement aimantés. *Voyez* au mot AIMANT ARTIFICIEL, différentes méthodes de communiquer la vertu magnétique, soit par le moyen d'aimans naturels ou artificiels, soit sans employer aucun aimant. *Voyez* encore l'article MAGASINS MAGNÉTIQUES, & les *figures* 418, 419, 420, 421, 422 & 423, où ces magasins sont représentés.

Lorsqu'on communique par le moyen d'un aimant, le magnétisme à des corps capables de le recevoir, il y a des procédés qui sont tels que des points intermédiaires ne sont pas aimantés, quoique placés entre des portions douées de la vertu magnétique. *Voyez* POINTS D'INDIFFÉRENCE, dont M. Brugmann paroît avoir parlé le premier.

Dès qu'on connoît les phénomènes de l'aimant, on sent aussitôt naître le desir d'être instruit de la cause qui les produit; plus ils sont merveilleux, plus ce desir est vif. Mais il semble que la nature a jeté sur cet objet un voile épais. Nous traiterons particulièrement cette matière à l'article MAGNÉTISME. On y verra exposés les principaux systêmes qui ont été imaginés par les physiciens, avec les expériences sur lesquelles ils ont tâché de les appuyer. On y traitera aussi des rapports qu'on a cru exister entre l'électricité & le magnétisme.

AIMANT ARTIFICIEL. C'est le nom que l'on donne communément à un ou à plusieurs faisceaux de lames d'acier trempées qui sont fortement aimantées & disposées de plusieurs manières différentes. Tantôt tous les pôles de même nom sont d'un même côté en se touchant, comme si plusieurs lames ne formoient qu'un aimant; tantôt les pôles sont placés de manière qu'ils alternent plusieurs lames ayant leurs pôles sud placés parallèlement au pôle nord des autres, & réciproquement, de sorte que ces deux faisceaux sont séparés par un intervalle, comme s'ils formoient deux aimans qui soient en regard par leurs pôles de différens noms. On voit cette première espèce d'aimant artificiel, formant un seul faisceau, dans la *figure* 393; les lames sont réunies par plusieurs brides qui les tiennent fortement serrées: tous les pôles septentrionaux sont du côté de *s*, & tous les pôles méridionaux du côté de *m*. La seconde espèce est représentée dans la *figure* 394. Plusieurs lames sont réunies à gauche, dans le faisceau S N, leurs pôles sud étant en haut, & leurs poles nord en bas. Les lames du faisceau à droite N S sont placées dans un sens inverse. Les deux faisceaux sont séparées par deux cubes de bois S N, N S; & le tout est retenu par des brides & par des vis. On peut donner aux faisceaux de ses deux figures, le nom *d'Aimans artificiels composés*, parce que chacun est formé de plusieurs lames assemblées. Il en est de même de tous les faisceaux de lames & de barreaux aimantés, quelle que soit leur figure.

Les aimans artificiels simples sont des barreaux

ou droits ou courbés en arc, ou en fer à cheval, &c.; mais ils sont uniques & formés par une seule lame d'acier. Le contact de fer qui réunit les deux pôles ne doit point être compté. La *figure* 395 représente un petit barreau droit aimanté. La *figure* 396 en fait voir un qui est courbé en fer à cheval avec son contact de fer doux. S'il y avoit plusieurs lames superposées, & toutes de la même *figure*, cet aimant seroit alors composé. Dans la *figure* 397, il y en a un qui est en arc de cercle.

La méthode la plus ancienne, la plus simple, mais la moins efficace de faire des aimans artificiels, consiste à prendre plusieurs lames de fleuret égales, bien trempées, polies, chacune d'une ligne & demie d'épaisseur, de 5 à 6 lignes de largeur, & d'un pied ou 15 pouces de longueur: on peut augmenter ou diminuer ces dimensions, cependant dans certaines limites qui ne soient pas trop éloignées des proportions assignées. Ensuite on aimante chaque lame séparément sur le pôle d'un bon aimant armé, comme dans la *figure* 392, observant de faire glisser chaque face d'un bout à l'autre, & dans le même sens sur un pied ou bouton de l'armure N, par exemple. Après on réunit toutes ces lames aimantées, en mettant du même côté toutes les extrémités qui forment des pôles de même nom, on leur applique l'armure A B C D *figure* 398; on serre le tout par une ligature E E, un cintre O P P O, & des vis C, F, P, P: de sorte que ces lames sont serrées & retenues dans tous les sens par les boutons C, D, par les vis P P, &c. L'épaisseur des jambes A & B, & celle des boutons C & D doivent être d'autant plus grande, qu'il y a plus de lames réunies. *Voyez* BARREAUX *aimantés*.

[On se contente quelquefois d'unir ensemble plusieurs lames de fleuret aimantées chacune séparément, & auxquelles on conserve toute leur longueur; on les tient assujetties par des cercles de cuivre, en prennant garde que toutes leurs extrémités soient bien dans le même plan; c'est sur cette extrémité qu'on passe les lames d'acier & les aiguilles qu'on veut aimanter, & ces sortes d'aimans artificiels sont préférables à beaucoup d'aimans naturels. Ces aimans artificiels seront d'autant meilleurs, qu'ils seront construits d'excellent acier bien trempé & bien poli, qu'ils auront été passés sur le pôle d'un aimant naturel ou artificiel bien vigoureux, qu'ils auront plus de longueur, enfin qu'ils seront rassemblés en plus grand nombre].

On peut faire des aimans artificiels, 1°. en employant des aimans naturels ou des aimans artificiels. 2°. Sans se servir d'aucun aimant, de quelque genre qu'il soit. Les différentes méthodes qui ont été imaginées jusqu'à ce jour, sont bien plus efficaces que celles qui étoient anciennement connues, c'est pourquoi nous les exposerons ici avec quelqu'étendue, cette partie étant une des plus importantes de la physique expérimentale.

1°. *Méthodes de faire des aimans artificiels, en employant d'autres aimans soit naturels, soit artificiels, méthode de M. Knight.* C'est aux expériences de M. Knight qu'on doit l'attention particulière qu'on a apportée, vers le milieu de ce siècle, aux aimans artificiels: depuis l'époque où il fit connoître les puissans effets de ses aimans, plusieurs physiciens, cherchant à deviner sa méthode dont il faisoit un mystère, en trouvèrent plusieurs autres aussi efficaces. Comme ces différentes recherches ont fait faire de grands progrès à la science, par les nombreuses expériences dont elles ont été l'occasion, il est à-propos de dire quelques mots sur l'historique de cet objet.

On cherchoit depuis long-temps le moyen de perfectionner la boussole; & comme le premier objet de ceux qui travailloient à la perfection de cet instrument, étoit d'augmenter la force directrice de l'aiguille, qui la porte à se tourner vers le nord, on vit avec plaisir qu'on avoit trouvé une nouvelle méthode de communiquer à l'acier une force supérieure à celle qu'on avoit pu lui donner jusqu'alors, avec le secours des meilleures pierres d'aimant. On pensa que pouvant par ce moyen doubler, tripler, quadrupler cette impression dans une aiguille, on pourroit proportionnellement en augmenter la direction.

Les premiers témoins de la vertu prodigieuse des barres magnétiques, furent M. Folkes, président de la société royale de Londres, & M. Villams Jones, de la même société, à laquelle ils firent part de cette découverte. Sur les instances de cette compagnie, M. Knight qui en étoit membre, répéta, en pleine assemblée, ses expériences. Voici l'idée qu'en donne l'extrait de l'acte de la société de Londres, du 19 février 1746.

M. Knight tira d'un étui deux barres longues de 15 pouces: elles y étoient situées parallèlement, ayant entr'elles une règle de bois à-peu-près égale aux barres, qui les séparoit l'une de l'autre. Leur situation respective étoit telle que le pôle du nord de l'une étoit du même côté que le pôle du sud de l'autre, & deux pièces de fer mol terminoient leurs extrémités selon la disposition représentée dans la *figure* 399. SN, NS sont deux barres magnetiques d'un acier très-poli, & trempé de tout son dur. N, N sont les pôles du nord. S, S sont les pôles du sud de ces barreaux. C & C sont des pièces de fer poli & doux qui les réunissent & y restent fortement adhérentes par la simple attraction. B est une règle de bois qui sépare les deux barreaux & qui empêche leur contact lateral. Les flèches désignent la circulation du fluide magnétique.

Les deux barreaux étant coulés doucement de l'étui sur la table, dans la position que l'on vient de rapporter, M. Knight fit glisser un des deux morceaux de fer, ouvrant les deux barres comme un compas, il les mit en ligne directe, de façon qu'adhérant fortement ensemble par l'attraction, le pôle du nord de l'une se trouvoit en contact avec le pôle du sud de l'autre. M. Knight prit

alors un cube d'un fort bon aimant, du poids d'une demi-once; & ayant bien fait connoître ses pôles, au moyen d'une aiguille aimantée, il le mit en contact entre les deux barres, de façon qu'il presentoit à chacune ses poles répulsifs; il laissa cet aimant dans cette position pendant une demi-minute, & l'ayant retiré il fit voir, au moyen de la même aiguille, que ses pôles étoient absolument renversés, & avoient pris la même direction que celle des pôles des deux barres. Il répéta plusieurs fois la même expérience, & présentant l'aimant diagonalement par ses angles aux deux barres, ses pôles prirent à chaque fois une nouvelle direction.

M, Knight montra ensuite deux aiguilles pour des compas de mer, toutes deux d'acier trempé: l'une de ces aiguilles n'avoit point été chauffée après la trempe, & l'autre avoit été bleuie, & en conservoit encore la couleur; il les aimanta toutes deux avec les barres magnétiques, comme il a été dit au mot AIGUILLE AIMANTÉE, & ainsi qu'on le voit, *figure* 363. *n*, *n* pôle du nord des deux barres; *s s* pôle du sud des deux barres; *a a* aiguille de compas de mer, posée sur les barres, posée par le centre de la chape au-dessus de la ligne de contact des deux barreaux. On y a vu, qu'en appuyant sur le centre de l'aiguille & en tirant les barreaux de chaque côté, en les faisant glisser sur l'aiguille, celle-ci acquit par cette seule friction la plus forte vertu magnétique, proportionnelle à sa masse. On y a vu encore que les aiguilles dont on a parlé, ayant été aimantées, celle d'acier trempé de tout son dur, avoit acquis une force double de celle d'acier de trempe de ressort, ou bleuï; &c.

Deux barreaux magnétiques de M. Knight furent envoyés à Paris, l'un à M. de Reaumur, & l'autre à M. de Buffon; le premier qui avoit environ 3 pouces & demi de longueur, sur deux ou trois lignes & demie en quarré; &, quoiqu'il ne pesât que 3 gros 56 grains, il portoit 3 onces 12 grains. Le second avoit à-peu-près les mêmes proportions que le premier, mais il pesoit 4 gros 55 grains; aussi portoit-il un peu plus que le précédent, & il soutenoit, étant chargé peu-à-peu, 3 onces 4 gros & demi.

On trouve donc dans les barres de M. Knight une preuve incontestable qu'on peut, 1°. communiquer à l'acier, par le moyen de cette nouvelle méthode, une vertu magnétique beaucoup plus forte que celle qu'on avoit pu lui communiquer jusqu'à cette époque, en se servant même des meilleures pierres d'aimant qu'on connoisse. 2°. Que l'acier ainsi aimanté conserve long-temps sa vertu, puisqu'on a vu de ces barres magnétiques n'avoir presque rien perdu de leur force après un temps très-considérable. Il est vrai que pour cet effet il faut employer plusieurs précautions, telles que de ne jamais tirer ces barreaux de l'étui un à un, mais les faire glisser ensemble; de ne les séparer, lorsqu'on veut s'en servir, qu'en les ouvrant comme un compas; de ne jamais permettre qu'ils se touchent latéralement, mais toujours en pointe, & jamais par les pôles répulsifs, ni les placer auprès d'une grosse masse de fer; enfin de ne pas les fatiguer à enlever des poids considérables, ni de s'en servir pour changer les pôles d'un aimant naturel, à moins que ces aimans ne soient aux barreaux magnétiques en volume & en poids comme 1 à 15.

La découverte de ces barreaux magnétiques dispense du soin de se procurer de bons aimans naturels, toujours d'un prix assez considérable; puisque deux barreaux aimantés suffisent pour communiquer plus de force à une aiguille de boussole, qu'on ne pourroit lui en donner avec les deux plus forts aimans qui soient en Angleterre; car on a prétendu dans le temps qu'une aiguille aimantée sur la pierre de la société de Londres, ne recevoit que la moitié de la force que pouvoit recevoir une aiguille de même volume & de même poids qui étoit aimantée avec les barres de M. Knight. La pierre d'aimant de la société royale de Londres, qui communique cette vertu à une aiguille d'acier de trempe de ressort, n'a jamais pu la communiquer pareillement à une aiguille d'acier trempé parfaitement dur.

Cette dernière qualité des barres magnétiques dut bientôt faire une vive impression sur ceux qui travailloient à perfectionner la boussole. L'impossibilité d'avoir des pierres d'aimant assez fortes pour aimanter suffisamment des aiguilles d'acier trempé parfaitement dur, étoit cause qu'on ne se servoit ordinairement, pour faire les aiguilles, que d'acier revenu bleu. Cependant l'expérience journalière prouve que cette dernière espèce d'acier est exposée à perdre, en peu de temps, une grande partie de son magnétisme. C'est ce qui fait qu'on étoit obligé, dans les longues navigations, de retoucher de temps en temps les aiguilles de boussoles. Par les méthodes anciennes, on étoit obligé de réitérer les frictions magnétiques jusqu'à 120 fois & davantage; tandis qu'avec les barreaux aimantés dont nous parlons, on peut facilement, par une seule opération, ou deux ou trois, communiquer une forte vertu. *Voyez* MAGASINS MAGNÉTIQUES.

Ce fut inutilement que M. Knight prétendit dérober son secret au public; plusieurs physiciens tentèrent de le deviner, & s'ils n'ont pas trouvé sa méthode, ils en ont découvert d'autres par lesquelles on est parvenu au même but.

Avant qu'on eût parlé de la méthode de M. Knight, M. le Maire, habile ingénieur pour les instrumens de mathématiques, à Paris, avoit trouvé une nouvelle méthode dont nous parlerons bientôt, & selon laquelle il aimantoit un barreau d'acier plus parfaitement que par la pratique ordinaire, & qui même ne le cédoit presque point en force aux aimans artificiels de M. Knight. M. le Maire l'ayant communiqué à M. Duhamel, ces deux physiciens multiplièrent les expériences,

& trouvèrent des résultats très-satisfaisans dont on voit le détail dans les *mémoires de l'académie des sciences*, année 1745. On en trouvera ci-après un précis, sous le titre de *méthode de M. le Maire*. Leurs expériences ayant de plus en plus constaté qu'une lame, placée sur une ou deux autres, recevoit plus de vertu magnétique, ils aimantèrent de cette manière de petits barreaux comme ceux de Knight, & on vit que les barreaux étoient fort approchans des derniers, du moins quant à l'effet.

M. Duhamel ne s'arrêta pas là; il aimanta ensuite, selon la pratique de M. le Maire, deux grandes lames dont il se servit ensuite pour aimanter de petits barreaux, en se conformant pour lors à la pratique dont le docteur anglois s'étoit servi pour aimanter sur ses barres les aiguilles de boussole, & il réussit non-seulement dans cette expérience, mais encore dans toutes celles qu'il fit pareillement à l'imitation de M. Knight. C'est le détail de ces nouvelles expériences qui fait le sujet d'un autre mémoire que M. Duhamel lut dans la séance publique tenue le 8 avril 1750. Cet académicien eut pour adjoint, dans ce nouveau travail, M. Antheaume. On verra bientôt, sous le titre de *méthode de M. Duhamel*, le précis que cet académicien en a fait.

M. Canton, connu par un grand nombre d'expériences de physique, entra aussi dans cette carrière. Dans l'assemblée de la société royale, du 17 janvier 1750, le président rapporta que M. Canton avoit réussi à communiquer à des barreaux d'acier trempé de tout son dur, une grande vertu magnétique, & même au *maximum*, & cela sans le secours d'aucun aimant, soit naturel, soit artificiel; qu'il avoit aussi changé les pôles d'un aimant naturel, en le plaçant dans une direction renversée, entre les pôles contraires de deux de ses grands barreaux posés, à quelque distance l'un de l'autre, dans une même ligne, & qu'il l'avoit fait même sans que les barreaux touchassent l'aimant, en le plaçant seulement entr'eux à une distance d'un quart de pouce de l'un & de l'autre. La méthode de faire des aimans artificiels de ce physicien sera exposée à l'article *méthode de M. Canton*.

M. Michell, membre du collége de la Reine, à Cambridge, publia, au commencement de l'année 1751, un *traité sur les aimans artificiels*; il y donne aussi une méthode de composer des barres magnétiques qui ne le cèdent point en force à celles de M. Knight: cette nouvelle manière, qui sera exposée ci-après à l'article suivant, *méthode de M. Michell*, a de singulier de pouvoir aisément rétablir dans leur première vertu les barres qui auroient perdu une partie même très-considérable de leur force, &c. Le père Rivoire, jésuite, a traduit en français le *traité des aimans artificiels*, de M. Michell, & celui de M. Canton, en 1752. C'est de cette traduction qu'a été tirée une partie de ce qui est contenu sous le mot AIMANT ARTIFICIEL. Nous y avons ajouté ce qui a été découvert & publié depuis cette époque.

M. Antheaume, dans un petit mémoire sur les aimans artificiels qui remporta le prix de l'académie impériale des sciences de S.-Petersbourg, le 6 septembre 1760, a donné une nouvelle méthode d'aimanter, qu'on trouvera sous le titre de *méthode de M. Antheaume*, soit avec, soit sans aimant naturel ou artificiel.

M. Trullard a publié, dans le journal des savans, en 1761, *une nouvelle manière de faire des aimans artificiels* d'une très-grande force, sans le secours de l'aimant naturel : nous la ferons connoître dans cet article.

Un de ceux qui a fait les aimans artificiels les plus forts & les plus vigoureux, est sans contredit M. l'abbé le Noble, chanoine de S. Louis du Louvre, à Paris. J'en ai vu un chez lui, qui n'étoit composé que de treize barreaux en fer à cheval, du poids de quinze à seize livres, & qui portoit deux cent trente-cinq livres. Sa méthode est encore un secret: peut-être n'emploie-t-il que les méthodes connues, en y apportant beaucoup de soins dans le choix de l'acier, dans la trempe, dans le poli, beaucoup de patience dans l'aimantation, &c.? Cela est très-probable : on verra que dans la méthode de M. Trullard, on peut faire des aimans artificiels qui soient encore plus vigoureux. On peut même dire que, parmi les méthodes que nous avons rapportées, il n'y en a aucune dans laquelle, en augmentant le nombre des touches & des barreaux, la grandeur de ceux-ci, & opérant alternativement comme on le verra bientôt, on ne puisse faire des aimans d'une force surprenante. Après cet exposé général, il est nécessaire d'entrer dans le détail des diverses méthodes.

Méthode de M. Michell. Préparez une douzaine de lames d'acier commun, pesant environ une once et trois quarts chacune, longues de 6 pouces, & larges de 6 lignes, sur un peu plus de 6 lignes d'épaisseur. Trempez-les, dit M. Michell, (pag. 4 & suiv. de son ouvrage cité plus haut), & prenez garde que le feu ne soit ni trop vif, ni trop lent, l'un & l'autre extrême étant nuisible; ces lames doivent être marquées à l'une de leurs extrémités, afin de pouvoir distinguer l'une de l'autre. Pour le faire, il suffira d'y donner un seul coup de ciseau dans le temps qu'elles sont encore chaudes. Après avoir trempé ces lames, il faut en éclaircir les extrémités sur un marbre ou sur une roue à aiguiser les rasoirs; c'est le moyen de les rendre plus propres à soulever un poids, & peut-être de les rendre un peu meilleures pour aimanter des aiguilles. On peut, pour la propreté, faire polir de même la lame en entier, quoique cela ne soit pas nécessaire. Les proportions qu'on vient de proposer sont celles qui paroissent convenir le mieux; cela n'empêche cependant pas qu'on ne puisse faire des lames d'un autre volume & d'une autre forme; pourvu que l'on observe entre leur lon-

gueur & leur poids, la proportion indiquée dans la table ſuivante.

Pouces.	Onces.	Pieds.	Pouces.	Livres.	Onces.
1.	$\frac{1}{64}$	1.	0.	0.	11.
2.	$\frac{1}{10}$	1.	6.	2.	0.
3.	$\frac{2}{7}$	2.	0.	4.	3.
4.	$\frac{3}{5}$	2.	6.	7.	8.
5.	$1\frac{1}{13}$	3.	0.	12.	0.
6.	$1\frac{3}{4}$	4.	0.	25.	0.
8.	4.	5.	0.	45.	8.
10.	7.	6.	0.	73.	0.

Les lames d'acier étant préparées, comme nous venons de le dire, il faut travailler à placer le pôle du *nord* (*c'eſt, ſelon la façon de parler des anglois, le pôle du* ſud), à l'extrémité marquée; & le pôle du *ſud*, à celle qui ne l'eſt pas. Pour le faire, rangez un demi-douzaine de ces lames, de manière qu'elles forment une ligne *nord* & *ſud*, & que le bout de la première, qui n'eſt pas marqué, touche le bout marqué de la ſuivante, & ainſi de ſuite, faiſant attention que les bouts marqués de toutes ces lames regardent le ſeptentrion. Cela fait, prenez un *aimant* armé, & placez ſes deux pôles ſur la première des ſix lames, le pôle du *ſud* vers le bout marqué de la lame, qui eſt deſtiné à devenir pôle du *nord*, & le pôle du *nord* de l'*aimant* vers le bout non marqué de la lame, qui eſt deſtiné à devenir le pôle du *ſud*. Coulez enſuite la pierre ſur la ligne des lames d'un bout à l'autre trois à quatre fois, prenant garde qu'elles en ſoient toutes touchées. Après cette première opération, ôtez de leur place les deux lames du milieu; placez-les aux deux extrémités de la ligne, & ſubſtituez en leur place celles qui auparavant terminoient la ligne, en conſervant toujours la même diſpoſition par rapport aux bouts marqués & non marqués: faites alors gliſſer votre pierre dans le même ſens que ci-devant ſur les quatre lames du milieu ſeulement, ſans aller juſqu'au bout de la ligne, parce que les lames qui la terminent actuellement de chaque côté, & qui étoient auparavant au milieu, ont déjà acquis plus de vertu, qu'elles ne pourroient en recevoir dans l'endroit où elles ſont préſentement, & que bien loin d'acquérir une augmentation de vertu, elles perdroient peut-être quelque choſe de celle qu'elles ont déjà, ſi on les aimantoit de nouveau. Après avoir aimanté le deſſus de ces ſix lames ſelon les règles que nous venons de preſcrire, il faut renverſer la ligne entière des lames, afin de pouvoir en aimanter le deſſous de la même manière qu'on en a aimanté le deſſus: il ne faudra cependant pas faire couler la pierre d'un bout de la ligne à l'autre dans cette ſeconde opération; il faudra ſe contenter de la faire paſſer ſur la ſeconde, la troiſième, la quatrième & la cinquièmes lames; vous tranſporterez enſuite au milieu les deux lames qui terminoient la ligne, mettant à leur place celles qui étoient au milieu, & vous les aimanterez à leur tour.

Si vous n'avez point d'*aimant* armé, prenez-en un qui ne le ſoit pas, & rangeant, comme auparavant, vos lames ſur une ligne, placez le pôle du *nord* de votre *aimant* ſur l'extrémité marquée de la lame la plus éloignée, & faites le gliſſer juſqu'au bout ſur la ligne entière des lames. Après quoi tournez votre *aimant*, & changeant de pôle, mettez celui du *ſud*, non pas à l'extrémité, mais à-peu-près au milieu de la lame qui vient d'être touchée la dernière; faites-le gliſſer deſſus de nouveau juſqu'au milieu de la première. Là, changez encore de pôle; & prenant garde de placer toujours votre *aimant* au milieu, faites-le encore gliſſer juſqu'au bout, comme la première fois; ce que vous répéterez à quatre ou cinq repriſes. Vous placerez enſuite au milieu les deux lames, qui juſqu'alors terminoient la ligne; & mettant le pôle du *nord* de votre *aimant* ſur l'extrémité marquée de ces deux lames, vous ferez couler votre *aimant* juſqu'à l'extrémité qui n'eſt pas marquée. Placez enſuite le pôle du *ſud* ſur le bout qui n'eſt pas marqué, & faites-le couler juſqu'au bout marqué; ce que vous répéterez trois à quatre fois. Vous renverſerez après cela la ligne entière des lames, pour en aimanter le deſſous de la même façon.

Après avoir communiqué, ainſi que nous l'avons dit, un petit degré de vertu magnétique à une demi-douzaine de ces lames, rangez l'autre demi-douzaine, qui n'a point encore été aimantée, ſur une ligne AB (*fig. 400*), de la même façon que vous aviez rangée la première demi-douzaine déjà aimantée. Le bout marqué des lames, deſtiné à devenir le pôle du *nord*, eſt tourné vers *B*; & le bout non marqué, deſtiné à devenir le pôle du *ſud*, eſt tourné vers *A*. Diviſez enſuite la demi-douzaine des lames déjà aimantées en deux faiſceaux, dont le premier *CD* en contient trois, & les trois autres compoſent le ſecond faiſceau *EF*. Elles s'appuient les unes contre les autres par le haut, & elles ſont ſéparées par le bas au moyen d'un petit morceau de bois (ou de telle autre matière qu'on voudra, pourvu que ce ne ſoit pas du fer), qui ait une ligne d'épaiſſeur ou un peu plus. Les trois *aimans* ou lames, qui compoſent le faiſceau *CD*, lequel eſt placé vers le bout non marqué des lames à aimanter, ces trois *aimans*, dis-je, ont leurs pôles du *nord* placés en en-bas, & leurs extrémités qui ne ſont pas marquées, c'eſt-à-dire, leurs pôles du *ſud*, placés en en-haut. Au contraire, les trois *aimans* du faiſceau *EF*, lequel eſt placé vers le bout marqué des lames à aimanter, ont en en-bas leurs pôles du *ſud*, & en en-haut leurs extrémités marquées, c'eſt-à-dire, leurs pôles du *nord*. Ces ſix lames aimantées étant ainſi diſpoſées, faites-les gliſſer trois à quatre fois d'un bout à l'autre dans toute la longueur de la ligne, opérant avec ces lames de la même façon que ſi elles étoient un véritable

véritable *aimant*. Après quoi, placez au milieu de la ligne, comme ci-devant, les deux lames qui ont été jusqu'alors aux extrémités; faites glisser dessus de nouveau les lames aimantées. Renversez ensuite la ligne entière, afin de pouvoir en aimanter le dessous de la même façon, en faisant toujours attention de ne point passer sur les deux lames qui terminent actuellement la ligne; parce que, comme nous l'avons déjà dit, elles n'en retireroient pas plus de vertu; il suffira seulement de les placer à leur tour au milieu de la ligne, & de les aimanter dans cette nouvelle place comme les autres.

Si les six lames aimantées en premier lieu ont reçu de l'*aimant*, dont vous vous êtes servi au commencement, un degré suffisant de vertu, cette seconde demi-douzaine, par les moyens que nous avons recommandés, recevra une vertu bien plus forte que celle des premières lames dont on vient de se servir pour les aimanter. C'est pour cela, dit M. *Michell*, que vous ferez bien maintenant de placer cette première demi-douzaine sur une ligne, & de l'aimanter à son tour avec le secours de la dernière demi-douzaine, à laquelle elle vient elle-même de communiquer la vertu magnétique; & en leur faisant ainsi changer de rôle, servez-vous tour-à-tour d'une de ces deux demi-douzaines pour aimanter l'autre, jusqu'à ce que toutes ces lames aient reçu autant de vertu qu'elles en peuvent conserver; ce que vous connoîtrez, quand la répétition de ces opérations ne leur donnera plus aucune augmentation de force. Des lames de six pouces, aimantées selon ces règles, & bien trempées, doivent porter chacune, par un seul de leurs pôles, un poids de fer d'une livre, ou même davantage.

Dans la méthode de M. *Michell*, les six lames aimantées dont on fait usage pour aimanter les autres, doivent être placées trois d'un côté, comme nous l'avons déjà dit, avec leurs poles du *nord* en en-bas, tandis que les trois de l'autre côté auront en en-bas leurs pôles du *sud*. Mais comme il arrive que quand divers *aimans* réunis ont leurs pôles de mêmes noms placés du même côté, ces *aimans* se nuisent ordinairement les uns aux autres, à moins qu'on ne vienne à bout de les en empêcher par une opposition d'action. M. *Michell* recommande, comme une précaution absolument nécessaire, & à laquelle on ne sauroit faire trop d'attention, de ne jamais placer en même temps deux lames d'un même côté, mais il faut, dit-il, les mettre une à une. Ainsi, en plaçant la première du faisceau *CD*, *fig. 400*, il faut placer en même temps la première du faisceau *EF*, & ainsi de suite, & les faire pencher, afin qu'elles puissent s'appuyer l'une contre l'autre par le haut. On doit en agir de même, quand on les ôte de dessus la ligne à aimanter. Il y a cependant un moyen plus court de les placer & de les ôter, encore indiqué par M. *Michell*; c'est, dans l'une & l'autre opération, de rapprocher les deux faisceaux par le bas, comme ils le font déjà par le haut; de les ôter & les mettre ainsi réunis, & de ne les séparer de nouveau par le bas, que quand on les aura réunis sur la ligne qu'ils doivent aimanter.

Si l'*aimant* dont vous vous servez, remarque encore M. *Michell*, pour donner un commencement de vertu à vos lames, se trouvoit trop foible, ce qui arrive assez communément aux *aimans* qui ne sont point armés, & quelquefois même à ceux qui le sont, quand les pôles sont à une grande distance), & que vous ne puissiez pas avec son secours communiquer assez de vertu à vos lames, vous ferez bien de les aimanter selon les règles précédentes, avant de les tremper; parce qu'elles seront alors en état de recevoir la vertu magnétique avec beaucoup plus de facilité. Ayant aimanté toutes les lames, selon la méthode ci-dessus, jusqu'à ce qu'elles le soient aussi fortement qu'elles peuvent l'être dans cet état, on en trempera la moitié; & après les avoir aimantées avec la moitié qui reste non trempée, on trempera ensuite celles-ci, & on les aimantera de nouveau avec les premières.

Lorsqu'on aura une douzaine de lames aimantées selon les règles prescrites ci-dessus, afin de les bien conserver, il faut les renfermer dans une boîte. Au fond de cette boîte doivent être attachées sur une même ligne, & à cinq pouces & demi de distance l'une de l'autre, deux petites pièces de fer, ayant chacune environ un pouce de saillie, en hauteur perpendiculaire, sur un quart de pouce, ou un peu plus d'épaisseur. Cette hauteur répond à l'épaisseur d'une demi-douzaine de nos lames, laquelle ne doit guères excéder celle d'un pouce. Il faut avoir soin que ces deux petits montans soient extrêmement polis. C'est contr'eux qu'il faudra placer la douzaine de lames aimantées, six d'un côté & six de l'autre, & les mettre de façon qu'elles présentent aux pièces de fer le côté de leur épaisseur. Faites attention que les six lames posées d'un même côté aient, ou tous leurs pôles *nord*, ou tous leurs pôles *sud*, placés ensemble, & que les six autres, posées de l'autre côté, présentent aux pôles des premières leurs poles de dénomination contraire. Prenez garde encore qu'il ne faut pas placer ni déplacer à-la-fois toutes les lames d'un même côté; qu'il ne faut pas même en tirer plusieurs d'un même côté, sans qu'il en reste un nombre suffisant pour conserver, avec celles de l'autre côté, une espèce d'équilibre entre la vertu des différens pôles: l'on ne sauroit être trop attentif sur ce point.

Méthode de M. Canton. Prenez une douzaine de lames, dont six d'acier non trempé aient trois pouces de long, un quart de pouce de large, & un vingtième de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer de même largeur & épaisseur que ces lames, mais de la moitié plus courts; & que les six autres soient d'acier trempé de tout son dur, & aient

chacune cinq pouces & demi de long, & trois vingtièmes de pouce d'épais, avec deux morceaux de fer, précisément de même par rapport à ces lames, que sont les deux premiers par rapport aux leurs. Il faut de plus que toutes ces lames soient marquées tout autour, vers l'une de leurs extrémités. Ayant communiqué la vertu magnétique à quatre de ces lames d'acier non trempé, avec des pincettes & un fourgon, de la manière que nous indiquerons ci-dessous, couchez les deux autres parallèlement sur une table, (*fig. 401*), entre les deux morceaux de fer qui leur appartiennent, de façon que ces deux lames soient distantes l'une de l'autre d'un quart de pouce, & que le bout marqué de l'une, destiné à devenir son pôle du *nord*; & le bout non marqué de l'autre, destiné à devenir son pôle du *sud*, reposent contre le même morceau de fer, & de même les deux autres extrémités contre l'autre morceau de fer. Ensuite prenez deux des quatre lames déjà aimantées; placez-les ensemble l'une sur l'autre, ensorte qu'elles forment comme une seule lame d'une double épaisseur, le pôle du *nord* de l'une répondant au pôle du *sud* de l'autre; & posez les deux autres dessus les premières, tellement qu'il se trouve deux pôles du *sud* & deux pôles du *nord* ensemble. Enfin, entre l'une des deux extrémités de ces lames, mettez une grosse épingle pour séparer le pôle du *nord* du pôle du *sud*; & cette extrémité étant tournée en en-bas, placez ces lames perpendiculairement sur le milieu d'une des lames horizontales, de sorte que le pôle du *nord* de celle-ci réponde au pôle du *sud* des verticales, & que son pôle du *sud* réponde à leur pôle du *nord*. Tout étant ainsi disposé, faites glisser les verticales quatre ou cinq fois sur la lame horizontale, en allant & venant d'un bout à l'autre; & les ôtant ensuite de dessus cette lame par le milieu; répétez la même opération sur l'autre; après quoi, retournez-les toutes les deux, & frottez-les de même sur l'autre côté. Ceci étant fait, ôtez ces deux lames d'entre les morceaux de fer; substituez à leur place les deux les plus extérieures des verticales, & faites des deux lames verticales restantes, & des deux horizontales, un faisceau tout semblable au premier, en observant seulement que les premières verticales soient alors les plus extérieures: ensuite de quoi vous frotterez avec celles-ci, comme auparavant, les deux autres que vous venez de placer horizontalement. Vous répéterez ce procédé jusqu'à ce que chacune de ces barres ait été touchée quatre ou cinq fois; ce qui leur donnera une très-grande vertu magnétique.

Pour aimanter avec ces lames celles d'acier trempé, disposez-les toutes les six comme les quatre verticales dont nous venons de parler, (*fig. 402*), & frottez ou touchez successivement, avec ces six lames, quatre de celles d'acier trempé, placées horizontalement, comme ci-dessus, entre leurs morceaux de fer, à une distance l'une de l'autre, d'un quart de pouce.

Ayant ainsi communiqué à ces quatre lames d'acier trempé, une vertu magnétique suffisante, laissez les autres, & servez-vous de celles-là pour aimanter, selon la méthode précédente, (*voyez fig. 403*), les deux lames d'acier trempé qui restent. On remarquera cependant qu'il ne faut séparer, par en-bas, les lames verticales d'acier trempé, que lorsqu'elles sont sur la lame horizontale, & qu'il faut les rapprocher l'une contre l'autre avant de les en ôter; de plus, que leur intervalle doit être de deux dixièmes de pouce. Tout ceci étant observé, on procédera, selon ce qui a été dit plus haut, jusqu'à ce que ces six lames aient été touchées deux ou trois fois.

Comme la *touche verticale* ne communique pas aux lames, toute la vertu magnétique dont elles sont susceptibles, il faut, pour le faire, les poser parallèlement, comme ci-dessus, entre leurs morceaux de fer, (*voyez fig. 404*) & les frotter avec deux autres lames posées horisontalement, ou à-peu-près; lesquelles lames on tire en même temps, en partant du milieu, l'une ayant son pôle du *nord* sur la partie du *sud* de la lame couchée, & l'autre ayant son pôle *sud* sur la partie *nord* de cette même lame. On répétera la même opération jusqu'à trois ou quatre fois sur chacun des côtés de cette lame, en observant de rapporter, toujours au milieu, les lames frottantes, sans qu'elles se touchent l'une & l'autre. Par ce moyen, la lame couchée acquiert la plus grande vertu magnétique qu'elle soit susceptible d'acquérir; ce que l'on prouve par l'impossibilité où l'on est de lui en communiquer davantage, soit en l'aimantant par la *touche verticale*, avec un plus grand nombre de lames, ou par la *touche horisontale* avec des lames qui aient plus de vertu. Toute cette opération peut se faire en une demi-heure; & on peut communiquer à chacune de ces lames, si elles sont bien trempées, une assez grande vertu magnétique, pour qu'elles portent un poids de vingt-huit onces & même davantage.

Lorsqu'une fois ces lames sont bien aimantées, elles en aimantent d'autres trempées, & toutes semblables, aussi fortement qu'elles peuvent l'être, en moins de deux minutes. C'est pourquoi elles peuvent satisfaire à tous les besoins que l'on en a, soit pour la marine, soit pour la physique expérimentale, beaucoup mieux que les *aimans* naturels qui, comme l'on sait, ne sont pas assez vigoureux pour aimanter des lames trempées. Ces lames conservent très-bien leur vertu en les mettant dans un étui, *fig. 405*, de façon que les deux pôles de mêmes noms ne se trouvent point ensemble, & que les deux morceaux de fer soient couchés dessus comme une lame de plus. *Manière de faire des aimans artificiels, par M. Canton.*

Méthode de M. le Maire. Elle consiste à attacher le barreau d'acier, qu'on veut aimanter, à un autre de même métal beaucoup plus long: & par-là on

l'aimante beaucoup plus parfaitement que par la pratique ordinaire. Voici la façon dont M. le Maire a procédé, & les résultats de son expérience, faite devant M. Duhamel, & rapportée par lui dans les *Mémoires de l'Académie pour l'année* 1745. Nous prîmes dit-il, le bout d'une lame de sabre, long d'un pied, large, par le bas, d'un pouce, se terminant par une pointe obtuse; ce bout de lame pesoit quatre onces deux gros trente-six grains. On l'aimanta le mieux qu'il fut possible, avec une très-bonne pierre, mais à la façon ordinaire, en le coulant, de toute sa longueur, sur les armures de la pierre. Cette lame porta, étant chargée peu-à-peu, quatre onces deux gros. Il faut se souvenir, pour ce que nous dirons dans la suite, que ce bout de sabre, que j'apellerai la *lame moyenne*, ne put acquérir de vertu magnétique, étant aimantée à l'ordinaire, que ce qu'il en fallut pour lui faire soutenir le poids de quatre onces deux gros.

Nous prîmes ensuite une lame aussi tirée d'un sabre; elle avoit deux pieds sept pouces huit lignes de longueur, & un pouce de largeur, étant à-peu-près d'égale largeur aux deux bouts : cette lame étoit d'acier trempé & poli; je la nommerai, dans la suite, *la grande lame :* elle pesoit dix onces deux gros quarante-cinq grains. On l'aimanta, à l'ordinaire, le mieux qu'il fut possible, se servant toujours de la même pierre; elle porta en cet état, dix onces deux gros quarante-cinq grains.

Les deux lames dont nous venons de parler; savoir, celle que nous appelons la *moyenne*, & celle que nous appelons la *grande*, étant bien aimantées à l'ordinaire, nous posâmes la moyenne sur la grande, de façon que l'extrémité pointue de la moyenne excédoit de quatre pouces l'extrémité de la grande; ainsi elle touchoit la grande barre dans la longueur de huit pouces : nous les liâmes l'une à l'autre, en cette position, avec de la ficelle. (Ces lames étoient disposées de façon que le pôle *sud* de l'une répondoit au pôle *nord* de l'autre). Les choses étant ainsi disposées, nous éprouvâmes la force de la moyenne lame; elle se trouva être de 7 onces 1 gros; ainsi sa force magnétique étoit augmentée de 2 onces 7 gros, uniquement parce qu'elle étoit liée sur la grande lame. Nous éprouvâmes ensuite, & sans délier les lames, qu'elle étoit la force de la grande; elle ne se trouva que de 4 onces 2 gros; mais le changement de pôle peut contribuer à cette différence. Sans désunir les lames, & les laissant dans le même état, on les aimanta toutes deux, étant ainsi unies ensemble, posant la pierre à l'extrémité de la grande lame, & finissant par l'extrémité pointue de la moyenne.

On délia ensuite les lames, & on les sépara pour éprouver séparément leur force magnétique; la moyenne soutint 7 onces 3 gros 36 grains, d'où il suit que cette lame, étant aimantée de cette façon, portoit 3 onces 1 gros 36 grains de plus qu'étant aimantée à l'ordinaire; & 2 gros 36 grains de plus qu'elle ne portoit étant unie à la grande lame, avant qu'on les eût aimantées de nouveau. On essaya ensuite ce que la grande pouvoit porter, étant seule; elle ne soutint que 8 onces 1 gros 46 grains, ainsi la grande lame avoit perdu, par cette opération, 2 onces 71 grains : & la moyenne ayant gagné 3 onces 1 gros 36 grains, on voit qu'il s'en faut 1 once 37 grains que la grande lame ait autant perdu de force que la petite en a gagné. *Mémoires de l'Académie des Sciences 1745.*

Méthode de M. Duhamel. Il faut avoir quatre grandes barres & deux petites, les unes & les autres du meilleur acier d'Angleterre; les quatre grandes barres auront au moins 2 pieds 6 pouces de longueur, 12 à 15 lignes de largeur, & 5 ou 6 d'épaisseur; elles seront trempées dures & bien polies; il sera bon de remarquer un des bouts d'une *S*, & l'autre d'une *N*, pour distinguer leurs pôles. Les deux petites barres, destinées à devenir, dans la suite, les barreaux magnétiques, auront 10 ou 12 pouces de longueur, sur environ 6 à 7 lignes de largeur, & 4 à 5 lignes d'épaisseur; elles doivent être trempées fort dures, & bien polies, sans aucun recuit. Leurs extrémités seront aussi distinguées par les lettres *S* & *N*.

On aura une petite règle de bois de la longueur & de l'épaisseur des barreaux, & large de 3 ou 4 lignes; elle est destinée à mettre entre les barreaux, pour empêcher qu'ils ne se touchent. Il faut aussi se pourvoir de deux parallélipipédes de fer doux de 7 à 8 lignes de largeur, dont l'épaisseur soit égale à celle des petites barres, & qui aient de longueur, la largeur des petites barres, & de plus celle de la petite règle de bois. Comme ces morceaux de fer se placent sur le bout des barres, nous les nommerons les *contacts*. Enfin on doit avoir une bonne pierre d'*Aimant*, qui puisse porter 18 ou 20 livres; car une plus foible ne pourroit pas aimanter les grandes barres. (Remarquez qu'on ne demande une pierre d'*Aimant*, que pour abréger l'opération; car, outre qu'on fait communiquer cette vertu sans *Aimant*, M. *Anthéaume* a trouvé une façon de simplifier & d'abréger cette opération).

On aimantera, à l'ordinaire, deux des grandes barres, que je nomme *A*, pour les distinguer des deux autres que je nomme *B*, & cela en les coulant de toute leur longueur, l'une après l'autre, sur les armures de la pierre d'*Aimant*. Les deux barres *A*, étant ainsi un peu aimantées, on placera sur une grande table, les deux barres *B*, parallélement l'une à l'autre, (*fig.* 406) avec la règle de bois entre deux, & au bout les *contacts*, de façon que le bout *N* de l'une soit du même côté que le bout *S* de l'autre; puis on ajoutera au bout les barres *A*, qui sont déjà un peu aimantées, de façon que le bout *N* de la barre *A* 1, touche le *contact* vis-à-vis le bout *S* de la barre *B* 1 : l'autre barre *A* 2, sera placée à l'autre bout de la même barre *B* 1, de façon que le bout *S* de la barre *A* 2, touche le *contact* vis-à-vis le bout *N* de la barre *B* 1;

Tout étant ainsi disposé, on passera trois ou quatre fois l'armure *N* de la pierre d'*Aimant*, depuis le bout *N* de la barre *A* 2, jusqu'au bout *S* de l'autre barre *A* 1, faisant couler l'armure de la pierre tout du long des trois barres : alors la barre *B* 1, sera bien aimantée sur une de ses faces. Il faut aimanter de même la barre *B* 2; pour cela, on transportera la barre *A* 1, du côté de la barre *A* 2, la plaçant de façon que le bout *N* de la barre *A* 1, touche le *contact* vis-à-vis le bout *S* de la barre *B* 2; & on transportera la barre *A* 2 du côté de la barre *A* 1, pour la placer de façon que le bout *S* de la barre *A* 2, touche le *contact* vis-à-vis le bout *N* de la barre *B* 2; & tout étant ainsi disposé, on passera trois ou quatre fois l'armure *N* de la pierre commençant par le bout *N* de la barre *A* 2, & finissant par le bout *S* de la barre *A* 1. Alors la barre *B* 2 sera aussi parfaitement aimantée sur une de ses faces, que la barre *B* 1 l'avoit été par la première opération.

On écartera ensuite les deux barres *A* pour retourner sur l'autre face les deux barres *B*, & ayant replacé, comme on l'a expliqué, les deux barres *A* successivement vis-à-vis les bouts des barres *B*, de façon que le bout *N* d'une des barres *A* réponde vis-à-vis le bout *S* des barres *B*, & le bout *S* des barres *A* vis-à-vis le bout *N* des barres *B*, on passera l'armure *N* de la pierre commençant par *N* & finissant par *S*, comme nous l'avons expliqué; alors les deux barres *B* étant assez bien aimantées, on fera un échange, & on mettra les deux barres *A* à la place des deux barres *B*, & mettant au bout vis-à-vis les contacts les deux barres *B*, comme on avoit mis les deux barres *A*, on aimantera les barres *A* sur leurs deux faces, comme on a fait les barres *B*.

Après ces opérations, les quatre barres seront assez bien aimantées; néanmoins on augmentera encore leur force magnétique, si on répete deux ou trois fois la même chose, mettant alternativement les barres *A* au milieu, & ensuite les barres *B*; car nous avons constamment remarqué que l'acier devient d'autant plus propre à acquérir une grande force magnétique, qu'il a été aimanté un plus grand nombre de fois.

Quand les quatre grandes barres sont une fois bien chargées de vertu magnétique, on n'a plus besoin de pierre pour communiquer une grande vertu à de petits barreaux de 9, 10, 12 pouces de longueur, semblables à ceux de M. *Knight*.

Pour les toucher, il n'y a qu'à les mettre sur une table, comme les grandes barres, avec la regle de bois entre-deux & les contacts, *fig. 407*; placer au bout, comme nous l'avons expliqué plus haut, deux des grandes barres, celles qui paroîtront les plus foibles, *A*, par exemple. On posera ensuite sur le milieu des petits barreaux les deux bouts des barres *B*, de façon que le bout *N* de la barre *B* 1, soit du côté *S* du petit barreau, & le bout *S* de la barre *B* 2 du côté *N* du petit barreau. Alors on séparera les deux barres *B*, en les ouvrant comme on ouvre un compas, & faisant couler la barre *B* 1 jusqu'à l'extrémité *S* de la barre *A* 1, & la barre *B* 2 jusqu'à l'extrémité *N* de la barre *A* 2; & cette même opération étant répétée trois ou quatre fois sur les deux faces des deux petits barreaux, ils auront acquis une très-grande force magnétique, si l'acier, dont ils sont faits, est trempé bien dur, & qu'il soit de nature à bien recevoir la vertu magnétique.

On doit employer par préférence l'acier trempé en paquet, parce qu'il est communément très-propre à recevoir la vertu magnétique. Il est bon, quand les barreaux sont forgés, de les écrouir à petits coups de marteaux, à mesure qu'ils refroidissent. Les bons Forgerons ont coutume de les écailler, en trempant leur marteau dans l'eau; & cette précaution est fort bonne. Il est bien difficile d'empêcher que les barreaux ne se tourmentent, quand on les trempe: pour diminuer cet inconvénient, il faut recommander aux Forgerons de ne point redresser leurs barreaux à froid, mais de les faire chauffer toutes les fois qu'ils veulent les redresser; car les barreaux qu'on a redressés à froid, reprennent leur courbure, lorsqu'on les trempe.

M. *Duhamel*, au moyen des procédés dont nous venons de donner le détail, a communiqué à deux petits barreaux, qui pesoient 6 onces 3 ½ gros, une vertu magnétique assez grande pour leur faire porter 36 onces 3 gros.

Il faut, pour que les barreaux conservent leur vertu, les tenir toujours dans une boîte avec leurs contacts, qui doivent être de fer fort doux, de même épaisseur que les barreaux, & suffisamment larges pour que la vertu magnétique ne se fasse point apercevoir au travers des contacts. On ne doit jamais les tirer seul à seul de leur boîte; mais, lorsqu'on veut s'en servir, il faut les faire couler doucement de leur boîte sur une table, & cela dans la même position dans laquelle ils sont dans leur boîte, ayant la regle de bois entre eux deux, & les contacts à leurs extrémités: alors, faisant glisser un des contacts, on ouvre les deux barreaux comme un compas, de façon que le pôle nord de l'un se présente au pôle sud de l'autre. *Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1750; & Traité des Aimans artific.* par le P. Rivoire, *pag. 49 & suiv.*

Méthode combinée. Cette maniere d'aimanter réunit la méthode de M. Michell & celle de M. Duhamel. On place les barreaux à aimanter, comme dans la *figure 406*. Ensuite on met dessus deux faisceaux à la façon de M. Michell, composés de quelques lames déjà aimantées, ainsi qu'on le voit dans la *figure 400*. On pose ces deux faisceaux sur le milieu des barreaux, & on les tire ensuite en sens contraire, l'un vers

un bout & l'autre vers l'autre bout : après avoir répété ces frottemens trois ou quatre fois sur les deux petits barreaux & sur leurs deux faces, on a des barres magnétiques d'une force extrême.

Méthode de M. Anthéaume. Je place horisontalement, dit-il, la barre que je veux aimanter, & je prends deux barres magnétiques, que je dispose en ligne directe, observant que le pole *nord* de l'une regarde le pole *sud* de l'autre, & que ces deux pôles soient séparés l'un de l'autre par un intervalle de l'épaisseur de trois cartes à jouer *D D*, ou d'environ une demi-ligne ; *figure 408.* Je les glisse dans cette position toutes deux ensemble, comme si elles ne faisoient qu'un corps, sur la lame que j'aimante, en allant & venant lentement plusieurs fois d'un bout à l'autre de cette lame sans la quitter : après quoi, je la retourne pour l'aimanter de même sur l'autre face.

Lorsque j'ai deux barres à aimanter, je les place parallèlement, un peu éloignées l'une de l'autre, le bout marqué de l'une vis-à-vis le bout non marqué de l'autre, réunissant par deux petites barres de fer *C*, *C*, que j'appelle contacts, les quatre extrémités de ces deux barres, comme dans la méthode de M. *Canton* : & dans cette disposition, je les aimante l'une après l'autre. Cette union des deux barres, par le moyen des *contacts*, y procure une circulation du fluide magnétique pendant tout le cours de l'opération. Je leur communique par ce moyen une vertu magnétique plus considérable, je l'ose dire, que par la manière de M. *Knight* ; ce que je crois pouvoir prouver par l'adhérence des *contacts*, qu'on sépare beaucoup plus difficilement de leurs barres, en opérant par ma méthode, que par celle de M. *Knight.*

Deux choses dans cette manière d'aimanter, contribuent, selon M. *Anthéaume*, à lui donner plus d'effet que dans les autres méthodes ; savoir, le mouvement modéré qu'il donne aux deux barres aimantées, en les glissant sur la barre qu'il aimante ; & la manière de glisser en même temps les deux barres qui servent à aimanter, les laissant toujours jointes ensemble. 1°. En ne précipitant point le mouvement, il donne, à ce qu'il prétend, le temps au fluide magnétique de s'ouvrir plus de passage dans la barre qu'il aimante ; ayant éprouvé que si on accélère le mouvement, cette barre acquiert moins de vertu magnétique. 2°. La manière dont il se sert pour aimanter, étant de laisser toujours les deux barres jointes ensemble, fait qu'il ne se forme, pendant tout le cours de l'opération, qu'un seul tourbillon magnétique entre les deux barres aimantées, & celle qu'il aimante. Cette réunion des tourbillons doit nécessairement, dit-il, augmenter considérablement la vertu magnétique de la lame qu'on aimante ; & cette réunion des tourbillons ne se trouve en aucune autre méthode ; les lames ou barres y ont toujours leurs tourbillons séparés & par conséquent communiquent moins de vertu magnétique, le cours de ce fluide se trouvant ainsi partagé. *Mem. de M. Anthéaume, page 22.*

Méthode de M. Œpinus. MM. Michell & Canton, au lieu de se servir d'une seule barre de fer, pour produire des aimans artificiels, ont employé avec succès deux barres déjà magnétiques ; leur méthode a été appelée méthode du double contact, à cause du double moyen qu'ils ont préféré. Elle a été perfectionnée par M. Œpinus, qui a cherché & trouvé la manière la plus avantageuse de placer les forces dans les aimans artificiels, afin que celles qui attirent & celles qui repoussent, se servent le plus & se nuisent le moins possible. Voici son procédé qui est l'un des meilleurs auxquels on puisse avoir recours pour cet effet, & qu'on doit sur-tout préférer pour aimanter les aiguilles de boussoles.

M. Œpinus suppose que l'on veuille augmenter jusqu'au degré de saturation la vertu de quatre barres déjà douées de quelque magnétisme. Il en met deux horisontalement, parallélement, & à une certaine distance l'une de l'autre, entre deux parallélipipèdes de fer ; il place sur une de ces barres horisontales les deux autres barres qui lui restent ; il les incline, l'une à droite, l'autre à gauche, de manière qu'elles forment un angle de quinze à vingt degrés avec la barre horisontale, & que leurs extrémités inférieures ne soient séparées que par un espace de quelques lignes ; il les conduit ensuite d'un bout de la barre à l'autre, alternativement dans les deux sens, & en les tenant toujours à la même distance l'une de l'autre. Après que la première barre horizontale a été ainsi frottée sur ses deux surfaces, il répète l'opération sur la seconde barre ; il remplace alors la première paire de barres par la seconde qu'il place de même entre les deux parallélipipèdes, & qu'il frotte de la manière qu'on vient de le dire avec la première paire. Il recommence ensuite l'opération sur cette première paire, & il continue de frotter alternativement une paire sur l'autre, jusqu'à ce que les barres ne puissent plus acquérir du magnétisme. M. Œpinus emploie le même procédé avec trois barres, ou avec un plus grand nombre ; mais, selon lui, la manière la plus courte & la plus sûre, est d'aimanter quatre barres ; on peut coucher entièrement les aimans sur la barre que l'on frotte, au lieu de leur faire former un angle de quinze ou vingt degrés, si la barre est assez courte pour que ses extrémités ne se trouvent pas trop voisines des pôles extérieurs des aimans, qui jouissent de forces opposées à celles de ces extrémités.

Lorsque la barre à aimanter est très-longue, il peut se faire que celui de M. Canton produise une suite de pôles alternativement contraires, sur-tout si le fer est mou, & par conséquent susceptible de recevoir plus promptement le magnétisme.

M. Œpinus s'est servi du procédé du double

contact de deux manières ; 1°. avec quatre barres d'un fer médiocrement dur, longues de deux pieds, larges d'un pouce & demi, épaisses d'un demi-pouce, & douze lames d'acier de six pouces de long, de quatre lignes de large, & d'une demi-ligne d'épais. Les quatre premières étoient d'un acier mou, quatre autres avoient la dureté de l'acier ordinaire, avec lequel on fait les ressorts, & les quatre autres barres étoient d'un acier dur jusqu'au plus haut degré de fragilité. Il a tenu verticalement une des grandes barres & l'a frappée fortement, environ deux cents fois, à l'aide d'un gros marteau ; elle a acquis par cette percussion une vertu magnétique assez forte, pour soutenir un petit clou de fer ; l'extrémité inférieure a reçu la vertu du pôle boréal, & l'extrémité supérieure la vertu du pôle austral ; il a aimanté de même les trois autres grandes barres. Il a ensuite placé l'une des petites lames d'acier mou sur une table, entre deux des grandes barres, comme dans le procédé du double contact, & l'a frottée suivant le même procédé, avec les deux autres grandes barres ; il l'a ainsi magnétisée ; il l'a successivement remplacée par les trois autres lames d'acier mou, & a porté la force magnétique de ces quatre lames au degré de saturation ; il a placé, après cela, deux des lames qui avoient la dureté des ressorts, entre les deux parallélipipedes de fer mou, les a frottées avec deux faisceaux formés des quatre grandes barres, a fait la même opération sur les deux autres, a remplacé les quatre grandes barres par les quatre petites lames d'acier mou, & a porté ainsi jusqu'à la saturation la force magnétique des quatre lames ayant la dureté des ressorts : il a terminé son procédé par répéter la même opération ; &, pour aimanter jusqu'à saturation les lames qui présentoient le plus de dureté, il les a substituées à celles qui n'avoient que la dureté du ressort, & il a mis celles-ci à la place des grandes barres.

La seconde manière que M. Œpinus a employée, ne diffère de la première, qu'en ce qu'il a fait faire les quatre barres d'un fer très-mou, & qu'il a mis la petite lame molle à aimanter, ainsi que les deux grandes barres placées à son extrémité, dans la direction de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il a ensuite frotté la petite lame d'acier avec les deux autres grandes barres, en les tenant parallèlement à la petite lame, ou en ne leur faisant former qu'un angle très-aigu. *Dissertat. & Essai sur la théorie de l'électricité & du magnétisme, par M. Œpinus.*

Méthodes de MM. Euler & Fuss. L'académie de Petersbourg ayant reçu de M. Krouse une collection de pièces d'acier, faites avec beaucoup de soin, depuis six pouces jusqu'à deux & demi de longueur, M. Euler & M. Fuss, en profitèrent pour faire plusieurs expériences sur les aimans artificiels. La grandeur différente des barres de cette collection qui varioit en cinq manières, suivant la même proportion des dimensions, étoit un avantage qui la rendoit précieuse, par la facilité de commencer d'abord à aimanter, sans le secours d'aucun aimant, ni artificiel, ni naturel, les petites lames de 6 pouces, moyennant lesquelles on pouvoit passer ensuite à celles de 12 pouces, dont on peut se servir pour frotter celles de 18, & ainsi de suite, procédé qui, dans les méthodes ordinaires, accelère extrêmement l'effet des opérations, & qui est d'un grand secours toutes les fois qu'il faut réparer l'affaiblissement inséparable attaché à tous les aimans artificiels, sur-tout pendant qu'on en fait usage pour communiquer le magnétisme à d'autres. Comme la méthode d'aimanter dont ses savans se sont servis, a du rapport avec quelques-unes des précédentes dont elles est une extension & une combinaison, nous abrégerons beaucoup, le lecteur pouvant suppléer facilement aux détails.

Pour aimanter la collection de lames dont on vient de parler on employa quatre lames d'acier de 15 pouces de longueur qui avoient un foible reste de magnétisme.

Opération I. Lames de 12 pouces. Double touche inclinée. Pour frotter les lames de 12 pouces de la collection, on se servit des lames de 15 pouces qui avoient un peu de vertu magnétique. On disposa deux des premières (de 12 pouces) parallèlement sur une table, en les réunissant aux quatre extrémités par des contacts de fer doux, comme dans la *figure* 414, mais de sorte que le bout marqué de l'une regarde le bout non-marqué de l'autre.

Les lames aimantées, de 15 lignes qu'on tenoit à la main étoient tellement placées que leurs pôles attractifs étoient sur le milieu des lames à aimanter, seulement distans entr'eux de 3 à 4 lignes, & que les lames K, H qui aimantoient, formoient un angle de 100 à 120 degrés. Dans cette position on les promena doucement sur la lame A B, d'un bout à l'autre, en allant & revenant une quinzaine de fois. Après avoir répété l'opération, les pôles tournés sur l'autre lame C D, & ensuite sur les faces opposées, les lames posées parallèlement sur la table furent aimantées. E, F sont les contacts.

Après avoir aimanté de la même manière & au même degré dix de ces lames, qu'on fortifia d'abord, une paire avec l'autre, en suivant le même procédé, jusqu'à ce que l'adhérence des contacts parût prouver qu'il n'y avoit plus d'augmentation à attendre de cette méthode, on forma deux faisceaux (comme dans la *figure* 415) chacun de cinq lames, arrangées ensorte que les bouts marqués de l'un & de l'autre, étoient ensemble. On disposa parallèlement ces deux faisceaux, séparés par deux cubes *m*, *n*, de bois, de trois lignes d'épaisseur ; & après les avoir liés ensemble & les avoir réunis par les bouts, dont les marques de l'un regardoient les non marqués de l'autre, par des contacts de fer, afin d'y conserver la circulation du fluide magnétique, on s'en servit de la manière suivante.

Opération II. Lames de 18 pouces. Double touche verticale. On disposa comme dans l'opé-

ration précédente, deux des lames de 18 pouces en situation parallèle, avec la précaution de les tenir ferme pendant le frottement entre leurs contacts, afin d'empêcher tout mouvement de côté, & toute altération de la figure rectangulaire nuisible à l'effet de la manœuvre: on glissa sur l'une de ces lames une vingtaine de fois le faisceau préparé de celles de 12 pouces; & après en avoir tourné sur le contact de fer les pôles, dont les attractifs, comme on sait, doivent toujours regarder les pôles attractifs des lames à aimanter, & réciproquement, on les promena autant de fois sur l'autre lame, & ensuite sur les faces opposées, avec la précaution de réunir les bouts frottans du faisceau par son contact, avant que de le retirer de la lame, afin d'éviter la perte infaillible des forces, qu'on ne sauroit assez ménager, sur-tout au commencement, lorsque les pièces sont encore plus sensibles à la moindre altération du tourbillon.

Après avoir aimanté de cette façon trois paires de lames de 18 pouces, on les distribua en faisceaux semblables à ceux des lames de 12 pouces, pour fortifier à leur aide celles-ci, sensiblement affoiblies par les opérations précédentes; cette touche leur communiqua un degré de force magnétique très-éminent. L'adhérence des contacts fut telle, que les lames se tinrent deux à deux en situation verticale, comme suspendues au contact relevé, malgré les mouvemens inévitables d'oscillation, & l'altération de l'équilibre troublé par le moindre glissement.

Le succès de l'opération engagea M. Fuss à renforcer encore de la même manière les lames de 18 pouces, moyennant un faisceau de celles de 12, afin de passer ensuite avec plus de force aux plus grandes lames & aux barres mêmes. Il forma en conséquence un faisceau de 4 paires, dont il fit usage pour fortifier les trois paires de 18 pouces.

Opération III. Barres de 12 pouces. Double touche verticale. Ayant aimanté six lames de 18 pouces, de la manière qu'on vient de le rapporter, on les distribua trois à trois à marques égales, en deux faisceaux, écartés par un morceau de bois de 4 lignes d'épaisseur; & après les avoir serrées & réunies aux bouts supérieurs par un contact de fer, on glissa les inférieurs sur la face d'une barre de 12 pouces, dont deux étoient placées parallèlement avec leurs contacts, comme dans les opérations précédentes. Celle-ci, continuée sur l'autre barre, à laquelle on passoit toujours par les contacts, sans détacher le faisceau, & ensuite sur les trois autres faces, douze traits sur chacune, étoit suffisante pour les rendre magnétiques au point de pouvoir être relevées par les contacts.

On se servit ensuite avec succès, du même faisceau pour aimanter les barres de 18 pouces; mais à cause de la grosseur de ces barres, & de l'affaiblissement que le faisceau avoit subi pendant l'opération précédente, elles demandèrent plus de temps pour recevoir la force de pouvoir être traînées par les contacts.

Opération IV. Barres de 18 pouces. Double touche à compas. Pour augmenter le magnétisme de ces mêmes barres, M. Euler se servit de deux barres de 12 pouces A B & C D, *figure* 416, douées du plus haut degré de force qu'il avoit été capable de leur communiquer, en fortifiant une paire par l'autre. Il en pressa les bouts supérieurs B D l'un contre l'autre, pendant que les inférieurs A C, séparés, par un morceau de bois *e* de cinq lignes d'épaisseur, glissoient sur la face de l'une de ces barres *c d*; dont il y avoit toujours deux *a b* & *c d*, placées parallèlement avec leurs contacts, *f* & *g*. Ce procédé en augmenta la force au point qu'on pouvoit les relever par les contacts.

Opération V. Lames de 24 pouces. Quadruple touche verticale. Après avoir renforcé trois paires de lames de 18 pouces & de cinq de 12, réunies ensuite en faisceaux, MM. Euler & Fuss en firent usage pour aimanter à la fois à quadruple touche, deux lames de 2 pieds, en les glissant à traits égaux & uniformes sur leurs faces. L'effet de cette manœuvre, proposée, il y a long-temps par M. Euler, fut aussi efficace que rapide.

On fit usage du même procédé & des mêmes faisceaux, pour aimanter à diverses reprises les barres de 2 pieds, qui, malgré leur masse & la perte continuelle que les faisceaux avoient soufferte pendant les opérations précédentes, grace à la supériorité de cette méthode, reçurent bientôt assez de force pour pouvoir être traînées de tous côtés par leurs contacts: vertu très-remarquable, en considérant le grand poids d'une double masse d'acier trempé, de 2 pieds de longueur sur 2 pouces d'épaisseur, & que M. Fuss estime équivaloir à un poids avantageusement suspendu de trois cents livres au moins; & cette force fut considérablement augmentée dans la suite, moyennant deux faisceaux de quatre lames de 2 pieds appliqués de même façon.

Quant aux grandes barres, on les aimanta par la quadruple touche, en promenant sur deux faces à la fois quatre paires des lames de 2 pieds distribuées en deux faisceaux, & douées du plus haut degré de magnétisme. Le maniment de ces faisceaux sur toutes les quatres faces de ces barres, les renforça jusqu'à pouvoir être traînées, même chargées du poids des barres de 18 pouces, mais en ligne droite par les contacts.

Ce degré de force ayant été jugé suffisant par ces illustres savans, pour être employé avec succès à aimanter de grands fers-à-cheval, ils y appliquèrent de la manière connue une pièce de la première grandeur, avec les précautions nécessaires à la conservation des forces, & ils la frottèrent à quadruple touche, moyennant deux faisceaux des lames de 2 pieds, qu'ils promenèrent une trentaine de fois sur chaque face, ce qui lui donna d'abord assez de force pour porter un poids de 40 livres,

c'eſt-à-dire, quelques livres au-dela de ſon propre poids. Pour éviter tant ſoit peu la perte des forces qui réſultoit de ces procédés, M. Fuſſ ne détacha le contact entièrement des barres, qu'après avoir diſpoſé par quelques traits les conduits du fer-à-cheval, à recevoir le fluide qui devoit les traverſer; & pour en augmenter l'affluence, il plaça ſur les grandes barres A B & C D, une autre paire de celles de 18 pouces *a b* & *c d*, *figure* 417, dont il dirigea le courant dans les inférieures, moyennant des morceaux de fer doux *m*, *n*, inclinés ſur leurs faces.

M. Euler, par un autre procédé, parvint à communiquer à un autre fer-à-cheval de la même grandeur, un degré de magnétiſme ſupérieur au précédent. Il le mit ſimplement ſur une table couverte de feutre, pour éviter tout remuement nuiſible, & le frotta, garni de ſon ſupport, avec une paire des barreaux de 12 pouces, par la double touche à compas. Par cette opération, continuée ſur l'autre face, & réitérée enſuite à diverſes repriſes, la pièce acquit une force magnétique telle, qu'ayant été ſuſpendue quelques jours & chargée de quelques autres pièces d'acier, dont le poids pouvoit monter à cent dix livres, elle les a portées ſans la moindre altération.

[La vertu magnétique que l'on communique à un morceau de fer ou d'acier, y réſide tant que ces corps ne ſont pas expoſés à aucune action violente qui puiſſe la diſſiper: il y a néanmoins des circonſtances aſſez légères qui peuvent détruire en très-peu de temps le magnétiſme du fer le mieux aimanté. Nous allons rapporter ici les principales.

Premièrement, lorſqu'on a aimanté un morceau de fer ſur un aimant vigoureux, ſi on vient à le paſſer ſur le pôle ſemblable d'un aimant plus foible, il perd beaucoup de ſa vertu, & n'en conſerve qu'autant que lui en auroit pu donner l'aimant foible ſur lequel on l'a paſſé en dernier lieu. 2°. Lorſqu'on paſſe une lame de fer ou d'acier ſur le même pôle de l'aimant ſur lequel on l'a déja aimantée, mais dans une direction contraire à la première, la vertu magnétique de la lame ſe diſſipe auſſitôt, & ne ſe rétablira qu'en continuant de paſſer la lame ſur le même pôle dans le dernier ſens: mais les pôles ſeront changés à chaque extrémité, & on aura bien de la peine à lui communiquer autant de vertu magnétique qu'elle en avoit d'abord.

3°. Il eſt eſſentiel de bien toucher les pôles de l'*aimant* avec le morceau de fer qu'on veut aimanter, & de ne pas ſe contenter de l'en approcher à une petite diſtance, non-ſeulement parce que c'eſt le meilleur moyen de lui communiquer beaucoup de vertu magnétique, mais parce que la matière magnétique ſe diſtribue dans le fer ſuivant une ſeule & même direction. Voici une expérience qui prouve la néceſſité du contact du fer & de l'armure de l'*aimant*, pour que la communication ſoit parfaite; ſi on paſſe une aiguille de bouſſole d'un pôle à l'autre de l'*aimant*, en lui faiſant toucher ſucceſſivement les deux boutons de l'armure, elle acquerra la vertu magnétique, & ſe dirigera nord & ſud, comme l'on ſait.

Mais ſi, après avoir examiné ſa direction; on la repaſſe une ſeconde fois ſur l'*aimant* dans le même ſens qu'on l'avoit fait d'abord, avec cette ſeule différence, qu'au lieu de toucher les boutons de l'armure, on ne faſſe que l'en approcher, même le plus près qu'il eſt poſſible, ſa vertu magnétique s'affoiblira d'abord, & elle en acquerra une autre, mais avec une vertu directive préciſément contraire à la première: & ſi on continue à l'aimanter dans le même ſens, en recommençant à toucher les boutons de l'armure, cette ſeconde vertu magnétique ſe détruira, & elle en reprendra une autre avec ſa première direction; & on détruira de cette manière ſon magnétiſme & ſa direction autant de fois que l'on voudra.

4°. Pour bien conſerver la vertu magnétique que l'on a communiquée à un morceau de fer, il faut le garantir de toute percuſſion violente; car toute percuſſion vive & irrégulière, détruit le magnétiſme. On a aimanté une lame d'acier ſur un excellent *aimant*, & après avoir reconnu la vertu attractive, qui étoit très-forte, on l'a battue, pendant quelque temps, ſur une enclume; elle a bientôt perdu toute ſa vertu, à cela près, qu'elle pouvoit bien lever quelques parcelles de limaille, comme fait tout le fer battu; mais elle n'a jamais pu enlever la plus petite aiguille: la même choſe ſeroit arrivée en la jetant pluſieurs fois ſur un carreau de marbre.

5°. L'action du feu détruit auſſi, en grande partie, la vertu magnétique que l'on a communiquée: après avoir bien aimanté une lame de fer, on la fait rougir dans le feu de forge juſqu'au blanc; lorſqu'on l'a préſentée, toute chaude, à de la limaille de fer, elle n'en a point attiré: mais elle a repris le magnétiſme en ſe refroidiſſant. Cependant, lorſqu'on a aimanté une lame de fer actuellement rouge, elle a attiré de la limaille de fer, & cette attraction a été plus vive après que la lame a été refroidie.

6°. L'action de plier ou de tordre un morceau de fer aimanté, lui fait auſſi perdre ſa vertu magnétique: on a aimanté un morceau de fil de fer, de manière qn'il ſe dirigeoit avec vivacité, ſuivant le méridien magnétique; enſuite on l'a courbé pour en former un anneau, & on a trouvé qu'il n'avoit plus de direction ſous cette forme; on l'a redreſſé dans ſon premier état; mais toutes ces violences lui avoient enlevé la vertu magnétique, enſorte qu'il ne ſe dirigeoit plus. On a conjecturé que les deux pôles avoient agi l'un ſur l'autre, dans le point de contact, & s'étoient détruits mutuellement: on a donc aimanté de nouveau le même fil de fer, & pluſieurs autres ſemblables, & on en a fait des anneaux imparfaits. On a remarqué qu'ils

qu'ils avoient aussi perdu leur vertu magnétique sous cette nouvelle forme, & qu'ils ne la recouvroient que quand on les avoit redressés.

Cette expérience réussit toujours quand le fil de fer est bien & duement courbé, & sur-tout si on lui fait faire plusieurs tours en spirale, sur un cylindre; car si la moindre de ses parties n'est pas courbée avec violence, elle conservera son magnétisme: la même chose arrivera à un fil de fer aimanté qu'on plie d'abord en deux, & dont on tortille les deux moitiés l'une sur l'autre, ensorte qu'il paroît que le magnétisme est détruit par la violence qu'on fait souffrir au fer dans tous ces cas, & par le dérangement qu'on cause dans ses parties, comme il est facile de s'en convaincre par le moyen du microscope.

Voici une expérience qui confirme cette vérité, & qui fait voir que le dérangement causé dans les parties du fer, détruit le magnétisme. On a mis de la limaille de fer dans un tuyau de verre bien sec, & on l'a pressée avec soin; on l'a aimantée doucement, avec une bonne pierre armée, & le tube a attiré des parcelles de limaille répandues sur une table: mais sitôt qu'on a eu secoué le tube, & changé la situation respective des particules de limaille, la vertu magnétique s'est évanouie.

II. *Procédés & méthodes pour communiquer la vertu magnétique, sans aucun aimant naturel ni artificiel.*

Ces procédés consistent à placer d'une certaine manière le fer, ou à opérer sur lui d'une façon simple.

Premièrement, un morceau de fer quelconque de figure oblongue, qui demeure pendant quelque temps dans une position verticale, devient un *aimant* d'autant plus parfait, qu'il a resté plus long-temps dans cette position: c'est ainsi que les croix des clochers de Chartres, de Delft, de Marseille, &c. sont devenues des *aimans* si parfaits, qu'elles ont presque perdu leur qualité métallique, & qu'elles attirent & exercent tous les effets des meilleurs *aimans*: d'ailleurs la vertu magnétique qu'elles ont ainsi contractée à la longue, est demeurée fixe & constante, & se manifeste dans toutes sortes de situations. Pour s'en convaincre, il n'y a qu'à fixer verticalement sur un liège *C* un morceau de fer *a b*, (*fig. 409*), qui ait resté long-temps dans la position verticale, & faire nager le tout sur l'eau; si on approche de l'extrémité supérieure *a* de ce morceau de fer, le pôle boréal *B* d'une pierre d'*aimant*, le fer sera attiré; mais il sera repoussé si on lui présente l'autre pôle *A* de la pierre: de même, si on approche le pôle *A* de l'extrémité inférieure *b* du fer, celui-ci sera attiré, & repoussé si on en approche le pôle *B* de l'*aimant*.

En second lieu, les pelles & les pincettes, les barres de fer des fenêtres, & généralement toutes les pièces de fer qui restent long-temps dans une situation perpendiculaire à l'horizon, acquièrent une vertu magnétique plus ou moins permanente, suivant le temps qu'elles ont demeuré en cet état; & la partie supérieure de ces barres devient toujours un pôle austral, tandis que le bas est un pôle boréal.

3°. Il y a de certaines circonstances dans lesquelles le tonnerre communique au fer une grande vertu magnétique. Il tomba un jour dans une chambre dans laquelle il y avoit une caisse remplie de couteaux & de fourchettes d'acier, destinés à aller sur mer. Le tonnerre entra par l'angle méridional de la chambre justement où étoit la caisse; plusieurs couteaux & fourchettes furent fondus & brisés; d'autres qui demeurèrent entiers, furent très-vigoureusement aimantés, & devinrent capables d'élever de gros clous & des anneaux de fer; & cette vertu magnétique leur fut si fortement imprimée, qu'elle ne se dissipa pas en les faisant rougir.

4°. La même barre de fer peut acquérir, sans toucher à l'*aimant*, des pôles magnétiques, fixes ou variables, qu'on découvrira facilement, par le moyen d'une aiguille aimantée en cette sorte. On approche d'une aiguille aimantée, bien mobile sur son pivot, une barre de fer qui n'ait jamais touché à l'aimant, ni resté long-temps dans une position verticale; on soutient cette barre de fer bien horizontalement, & l'aiguille reste immobile quelle que soit l'extrémité de la barre qu'on lui présente; sitôt qu'on présente la barre dans une situation verticale, aussi-tôt son extrémité supérieure attire vivement, (dans cette hémisphère septentrional de la terre), l'extrémité boréale de l'aiguille, & la partie inférieure de la barre, attire le sud de l'aiguille, (*fig. 412*), mais si on renverse la barre, ensorte que sa partie supérieure soit celle même qui étoit en bas danr le cas précédent, le nord de l'aiguille sera toujours attiré constamment par l'extrémité supérieure de la barre, & le sud par l'extrémité inférieure; d'où il est évident que la position verticale détermine les pôles d'une barre de fer; savoir; le bout supérieur est toujours (dans notre hémisphère, un pôle austral, & l'inférieur un pôle boréal: & comme on peut mettre chaque extrémité de la barre en haut ou en bas, il est clair que les pôles qu'elle acquiert, par cette méthode, sont variables. On donne à une barre de fer des pôles fixes en cette sorte: on la fait rougir & on la laisse refroidir en la tenant dans le plan du méridien: alors l'extrémité qui regarde le nord, devient un pôle boréal constant; & celle qui se refroidit au sud, devient un pôle austral aussi constant. Mais, pour que cette expérience réussisse, il doit y avoir une certaine proportion entre la grosseur de la barre & sa longueur: par exemple, une barre de ¼ de

pouce de diamètre doit avoir, au moins, 30 pouces pour acquérir des pôles fixes par cette méthode; & une barre de 30 pouces de long, doit n'avoir que ⅓ de pouce de diamètre; car si elle étoit plus épaisse, elle n'auroit que des pôles variables.

5°. On a vu précédemment qu'une percussion forte & prompte, dans un morceau de fer *aimanté*, est capable de détruire sa vertu magnétique; une semblable percussion dans un morceau de fer qui n'a jamais touché à l'*aimant*, est capable de lui donner des pôles. On a mis sur une grosse enclume, & dans le plan du méridien, une barre de fer doux, longue & mince; & on a frappé, avec un marteau, sur l'extrémité qui étoit tournée du côté du nord; aussi-tôt elle est devenue pôle boréal; on a frappé pareillement l'autre extrémité, laquelle est devenue pôle austral; il faut toujours observer, dans ces sortes d'expériences, que la longueur de la barre soit proportionnée à son épaisseur, sans quoi elles ne réussissent point. Cet effet, au reste, que l'on produit avec un marteau, arrive aussi en limant ou en sciant la barre par une de ses extrémités.

6°. Les outils d'acier qui servent à couper ou à percer le fer, s'aimantent par le travail, sur-tout en s'échauffant, ensorte qu'il y en a qui peuvent soulever des petits clous de fer. Ces outils n'ont presque point de force au sortir de la trempe: mais, lorsqu'après avoir été recuits, on les lime & on les use, ils acquièrent alors beaucoup de vertu, qui diminue néanmoins quand ils se refroidissent. Les morceaux d'acier, qui se terminent en pointe, s'aimantent beaucoup plus fortement que ceux qui se terminent en une langue large & plate: ainsi, un poinçon d'acier attire plus par sa pointe, qu'un ciseau ou qu'un couteau ordinaire: plus les poinçons sont longs, plus ils acquièrent de vertu; ensorte qu'un poinçon long d'un pouce & de 9 lignes de diamètre, attire beaucoup moins qu'un foret de 3 à 4 pouces & d'une ligne ½ de diamètre.

On a remarqué que la vertu attractive de tous les corps, aimantés de cette manière, étoit beaucoup plus forte, lorsqu'on en éprouvoit l'effet sur une enclume ou sur quelqu'autre grosse pièce de fer; en sorte que, selon toutes les apparences, les petits clous devenus des *aimans* artificiels par le contact de l'enclume, présentoient aux poinçons leurs pôles de différens noms, ce qui rendoit l'attraction plus forte que lorsqu'il étoient sur tout autre corps, où ils n'avoient plus de vertu polaire.

7°. On aimanta encore très-bien un morceau de fer doux & flexible, & toujours d'une longueur proportionnée à son épaisseur, en le rompant par l'une ou l'autre de ses extrémités à force de le plier d'un côté & d'autre. C'est ainsi qu'on a aimanté un morceau de fil de fer très-flexible, long de deux pieds & demi, & de la grosseur du petit doigt; on l'a serré dans un étau à cinq pouces de son extrémité, & après l'avoir plié de côté & d'autre, on l'a cassé: chacun de ses bouts a attiré par la cassure, un petit clou de broquette: on a remis dans l'étau le bout le plus long, & on l'a serré à un demi-pouce de la cassure, & on l'a plié & replié plusieurs fois sans le rompre; & on a trouvé sa vertu attractive considérablement augmentée à l'endroit de la cassure: on l'a plié ainsi à huit différentes reprises jusqu'au milieu, & il a pu lever quatre broquettes: mais lorsqu'on a continué de le plier au-delà du milieu vers l'autre extrémité, sa vertu a diminué à l'endroit de la cassure, & il a attiré au contraire, par le bout opposé, jusqu'à ce qu'ayant été plié plusieurs fois jusqu'à cette dernière extrémité, il a soulevé quatre broquettes par celle-ci, tandis qu'il pouvoit à peine soulever quelques particules de limaille par l'extrémité où il avoit été rompu.

Si on plie un morceau de fer dans son milieu, il n'acquerra presque pas de vertu magnétique: si on le plie à des distances égales du milieu, chacune de ses extrémités sera aimantée; mais plus foiblement que si on ne l'avoit plié que d'un côté.

8°. Enfin M. *Marcell*, de la société royale de Londres, a trouvé un moyen de communiquer la vertu magnétique à des morceaux d'acier, qui est encore indépendant de la pierre d'*aimant*.

Ce moyen consiste à mettre ces pièces d'acier sur une enclume bien polie, & à les frotter suivant leur longueur, & toujours dans le même sens, avec une grosse barre de fer verticale, dont l'extrémité inférieure est arrondie & bien polie; en répétant ce frottement un grand nombre de fois sur toutes les faces de la pièce d'acier qu'on veut aimanter, elle acquiert autant de vertu magnétique que si elle eût été touchée par le meilleur *aimant*; c'est ainsi qu'il a aimanté des aiguilles de boussole, des lames d'acier destinées à faire des *aimans* artificiels, & des couteaux qui pouvoient porter une once trois quarts.

Dans les morceaux d'acier qu'on aimante de cette manière, l'extrémité par où commence le frottement se dirige toujours vers le nord, & celle par où le frottement finit, se dirige vers le sud, quelle que soit la situation de l'acier sur l'enclume.

Cette expérience réussit, au reste, beaucoup mieux lorsque le morceau de fer ou d'acier qu'on veut aimanter, par cette méthode, est dans la direction du méridien magnétique, un peu inclinée vers le nord, & sur-tout entre deux grosses barres de fer assez longues pour contenir & contrebalancer l'effort des écoulemens magnétiques qu'on imprime au morceau d'acier.]

Les huit procédés qu'on vient de décrire d'après M. le Monnier, auteur de l'article magnétisme de

l'ancienne encyclopédie, font peu efficaces : les suivans le sont incomparablement davantage.

Méthode de M. Michell. Je fis faire, dit-il, une demi-douzaine de petites lames d'acier polies, sans être trempées. Elles avoient deux pouces & demi de longueur, & trois lignes de largeur, & elles pesoient toutes ensemble une once. Je les fis marquer ensuite à une de leurs extrémités de la même manière que les lames de six pouces. Je pris une de ces petites lames, que je plaçai à-peu-près dans le méridien magnétique, en tournant vers le *nord* son extrémité marquée, que je destinois à être son pôle du *nord*. Je mis à chacun de ses bouts une grande barre de fer placée sur la même ligne presque horizontale, excepté que le bout tourné vers le *nord* étoit un peu incliné. La barre de fer que je mis du côté du pôle du *sud*,) c'est, selon la façon de s'exprimer des anglois, le pôle du *nord*,) de ma petite lame, avoit quatre pieds de longueur, & pesoit trente livres. Celle qui étoit placée à son pôle du *nord*, avoit quatre pieds & demi de longueur, & ne pesoit néanmoins que dix-huit livres. Après quoi je pris un instrument dont les boulangers se servent pour remuer la braise, & qu'ils appellent *fourgon* ou *rable*, qui pesoit un peu plus d'une livre & six onces. Je le plaçai presque perpendiculairement, la partie supérieure un peu inclinée vers le *sud*, & la partie inférieure, que j'avois fait polir, afin qu'elle pût mieux toucher, appuyée sur le pôle du *nord* de la petite lame d'acier. Le *fourgon* étant ainsi placé, je le fis glisser sur la petite lame, allant du *nord* au *sud*, & je répétai jusqu'à vingt fois cette opération, ayant soin chaque fois de replacer toujours le *fourgon* de la même manière. Par cette manœuvre, la lame acquit assez de vertu pour porter une petite clef, qui pesoit environ la huitième partie d'une once. Je recommençai à aimanter la lame, en répétant l'opération jusqu'à quatre-vingt fois, & elle porta une clef pesant un quart d'once. Après avoir mis à part cet *aimant*, j'aimantai de la même manière trois autres de ces petites lames. Il m'en restoit encore deux : de ces deux, j'en plaçai une entre deux barres de fer, comme les précédentes ; mais au lieu du *fourgon*, que je mis à quartier, je me servis pour l'aimanter des quatre premières lames, auxquelles j'avois déjà communiqué la vertu magnétique, & cela selon la méthode prescrite pour aimanter les lames de six pouces. (*Voyez*, *plus haut*, *la méthode de M. Michell pour faire des aimans artificiels.*) Et pour conserver quelque distance entre les pôles du *sud* & du *nord* des deux petits faisceaux, composés par ces quatre lames, j'eus soin d'insérer entr'elles une épingle, qui pouvoit avoir en grosseur la trentième partie d'un pouce. En aimantant de la sorte cette cinquième lame, je lui communiquai plus de vertu magnétique que je n'en avois communiqué aux quatre précédentes. J'aimantai de la même manière la sixième & dernière lame. Je me servis ensuite de ces deux dernières pour communiquer de cette façon la vertu magnétique à deux des quatre précédentes ; & ces deux me servirent pareillement à aimanter enfin les deux qui restoient encore. Je continuai cette opération, substituant toujours les dernières qui avoient été aimantées, à la place des deux plus foibles, parmi les quatre qui me servoient à donner la vertu magnétique, jusqu'à ce qu'elles eussent toutes reçu autant de vertu que leur état pouvoit leur permettre d'en conserver avant d'être trempées. Cette vertu fut néanmoins suffisante pour les mettre en état de porter chacune, par un seul de leurs pôles, un poids d'environ une once & un quart.

M. *Michell* se servit ensuite de ces petites lames, pour aimanter une ligne entière de lames de six pouces, qui avoient été trempées auparavant. *Traité des aimans artificiels*, *page 91 & suiv.*

Méthode de M. Canton. Après s'être muni de six lames d'acier non trempé, dont les dimensions sont indiquées ci-dessus, (*Voyez plus haut*, *la méthode de M. Canton pour faire des aimans artificiels*), il prend un *fourgon* & des pincettes, (*Voyez fig. 410*), qui, plus ils sont grands, plus il y a long-temps qu'on s'en sert, & meilleurs ils sont. Il tient le fourgon verticalement entre ses genoux : il place vers son sommet l'une des lames d'acier non trempé, de façon que son extrémité marquée soit tournée en en-bas ; & afin qu'elle ne puisse pas glisser, il la serre fortement contre le *fourgon*, au moyen d'une soie qu'il passe dessus, & qu'il tient de la main gauche. Ensuite il prend les pincettes de la main droite un peu au-dessous du milieu de leur longueur, & les tenant presque verticales, il frotte la lame avec leur extrémité inférieure, en allant toujours du bas en haut. Cette opération réitérée une dixaine de fois sur chacun des côtés de la lame, lui donne une vertu magnétique suffisante pour soutenir une petite clef par l'extrémité marquée ; extrémité qui, si la lame étoit suspendue horizontalement sur un pivot, tourneroit vers le *nord*.

M. *Canton*, après avoir ainsi aimanté quatre de ces lames, s'en sert pour aimanter les deux autres, & enfin se sert de ces six lames aimantées, pour en aimanter six autres d'acier trempé de tout son dur, en procédant de la manière indiquée ci-dessus.

Méthode de M. Antheaume sur une planche inclinée *AB*, (*fig. 4*), dans la direction du courant magnétique, c'est-à-dire, pour Paris, inclinée à l'horizon de soixante-dix dégrés du côté du *nord* ; je place de fil, dit M. *Antheaume*, deux barres de fer quarrées *CF*, de quatre à cinq pieds de longueur, sur quatorze à quinze lignes d'épaisseur, limées quarrément par leurs extrémités intérieures,

ou qui se regardent, entre lesquels je laisse un intervalle de six lignes; j'applique à chacune de ces extrémités une espèce d'armure *ll*, formée avec de la tôle de deux lignes d'épaisseur, quatorze à quinze lignes de largeur, & une ligne de plus de hauteur, dont le côté, qui doit être appliqué à la barre, est limé & entièrement plat, trois des bords de l'autre face sont taillés en biseau ou chanfrein; le quatrième, qui doit excéder d'une ligne l'épaisseur de la barre, est limé quarrément pour former une espèce de talon. Pour remplir le reste de l'intervalle, je mets, entre ces deux armures, une petite languette de bois *h*, de deux lignes d'épaisseur. Tout ainsi disposé & placé, comme je l'ai dit, dans la direction du courant magnétique, je glisse sur ces deux talons à-la-fois, suivant la longueur des barres de fer, la barre d'acier *KL*, que je veux aimanter, la faisant aller & venir lentement d'un de ses bouts à l'autre, comme on feroit si on aimantoit sur les deux talons d'une pierre d'*aimant*. J'ai été surpris moi-même de voir que j'aimantois ainsi tout-d'un-coup non-seulement de petites barres, comme parvenoient à faire MM. *Michell* & *Canton*, mais de grosses barres d'acier d'un pied de longueur & même plus longues, ce qu'on n'obtiendroit jamais par leurs méthodes. J'ajoute qu'une autre expérience faite ensuite, m'a fait connoître que cette opération produit des effets encore plus surprenans, en employant des barres de fer de dix pieds de longueur chacune: la force magnétique reçoit pour lors la barre d'acier qu'on aimante, égale celle qu'elle recevroit d'un très-bon *aimant*; & je ne crois pas que personne ait imaginé un moyen aussi simple & aussi facile de faire des aimans artificiels sans le secours d'aucun aimant.

Il faut convenir que cette méthode de M. Antheaume est très-simple & a, en même-temps, beaucoup d'efficacité, sur-tout pour des barreaux d'une certaine longueur. Elle est certainement très-peu dispendieuse, elle n'exige pas une multiplicité de barreaux pour en aimanter un petit nombre, ni une combinaison de moyens différens, &c.; une partie de son efficacité paroît dépendre de ce que ces barres & ses barreaux sont placés dans la direction du méridien magnétique, & au dégré d'inclinaison du fluide magnétique dans le lieu où on aimante. Ce qui le prouve, c'est que les barres de fer & les lames de tôles, qu'on peut regarder comme des espèces d'armures qui ne montrent aucun indice de magnétisme avant d'être disposées, comme on le voit, dans la *figure* 411, en présentent dès qu'elles sont placées de cette manière; puisque si l'on met un morceau de fer sur les deux talons de l'armure *ll*, il y a aussi-tôt attraction & adhérence; & que cette vertu magnétique s'évanouit dès que la situation de ces pièces est changée. On a encore observé que si l'appareil reste pendant un ou deux mois, dans la position prescrite, le magnétisme des barres de fer est permanent, & que le pôle septentrional de chacune de ces barres est au bout inférieur.

On verra, dans un instant, que, dans la méthode de M. Trullard, l'inclinaison convenable d'une barre de fer, placée dans le méridien magnétique, a contribué à lui donner un magnétisme considérable, en y ajoutant une percussion. Celle-ci n'est pas nécessaire pour que l'inclinaison communique du magnétisme; car, comme nous venons de le dire, & ainsi que l'expérience le prouve, quand une barre, nullement aimantée, est placée parallèlement à l'axe magnétique, elle acquiert, par cette seule position, des pôles qui deviennent très-sensibles, en lui présentant une aiguille de boussole. M. Marcel a aussi fait cette observation ainsi que plusieurs autres physiciens. Mais cette vertu magnétique va en diminuant à mesure qu'on diminue ou qu'on augmente l'inclinaison; & elle est nulle absolument, lorsque la barre est perpendiculaire à l'axe magnétique.

Dans une addition à son mémoire, M. Antheaume dit que depuis qu'il l'eut envoyé à l'académie de Pétersbourg, il n'avoit pas discontinué ses recherches sur la meilleure manière de faire des aimans artificiels. J'étois, dit-il, parvenu dès-lors à donner facilement, & tout d'un coup, par ma méthode, la plus grande vertu magnétique & la plus durable à l'acier trempé revenu bleu, & même à l'acier trempé non recuit. Je me suis attaché depuis à réitérer les mêmes expériences sur l'acier trempé & sans être recuit. J'avois plusieurs fois réussi parfaitement, en ne procédant que selon la méthode que j'ai proposée, & sans le secours d'aucune autre: souvent aussi depuis il m'est arrivé de ne pouvoir y réussir, surtout lorsqu'il s'agissoit de barres de quatre, cinq, six lignes ou plus d'épaisseur. Cette variété m'ayant paru ne pouvoir venir que du côté des différens degrés ou des différentes qualités de la trempe, j'ai voulu prévenir cet inconvénient par mes recherches sur les différentes trempes: j'ai aussi cherché les méthodes d'aimanter, les plus efficaces pour imprimer à ces barres la plus grande vertu magnétique.

Je fais donc rougir chaque barre un peu plus qu'il ne conviendroit pour la tremper; & alors, la faisant tenir par une personne, je la frotte une ou deux fois sur les deux principales faces, en même-temps, avec un morceau de savon que je tiens de chaque main. Pendant cette friction, la barre revient à la couleur convenable pour la trempe que je lui donne tout de suite. Cette qualité de trempe a toujours bien réussi; il en est de même si, au lieu d'employer le savon, lorsque la barre est rouge, couleur de cerise, on la trempe dans une forte dissolution non épurée d'une partie de sel ammoniac le plus commun, sur trois parties d'eau commune.

Pour donner aux deux barres ainsi trempées la vertu magnétique, on place la première horisontalement entre deux autres barres magnétiques, sur une ligne, en observant entr'elles l'opposition des pôles. On place de même la seconde barre entre deux autres, sur une seconde ligne parallèle à la première, ayant soin de laisser entre ces deux lignes quelques pouces de distance, selon la grosseur des barres, & que le pôle nord de la première de ces lignes de barres soit vis-à-vis le pôle sud de la seconde. Après on unit ces deux lignes parallèles par deux contacts de fer, qu'on met aux deux extrémités.

Let choses étant ainsi disposées, on se sert du faisceau de barres de M. Michell, qu'on fait passer successivement & plusieurs fois, en le tenant perpendiculairement sur les deux surfaces de chacune des deux lignes parallèles que, pour cet effet, on retourne plusieurs fois, sans néanmoins déranger l'ordre des pôles de ces barres magnétiques, & on a attention de présenter le faisceau sur la surface des lignes, de façon que l'ordre des pôles se trouve d'accord avec les pôles des barres magnétiques qui composent les deux lignes. Ensuite, sans désassembler les lignes, on doit employer la méthode que M. Antheaume a proposée dans son mémoire. De cette manière, on parviendra à communiquer très-promptement, à ces *fortes* barres non recuites, la plus grande vertu magnétique. *Mém. sur les aimans artificiels*, par M. Antheaume.

Méthode de M. Trullard. Les physiciens savent qu'une barre de fer, placée dans une certaine situation, & dirigée à-peu-près vers le pôle du monde, dans le méridien magnétique, donne quelques signes d'une vertu attractive. Je pris, dit ce physicien, une barre de fer au hasard, d'environ six pieds sur un pouce d'équarrissage; l'ayant fixée, par son centre de gravité, sur le genou d'un graphomètre, pour pouvoir l'incliner à volonté, je la dirigeai par le moyen d'une boussole dans le méridien magnétique, & sous un angle d'environ 45 degrés avec l'horison. Comme elle ne donnoit encore aucun signe de magnétisme, j'essayai de varier l'inclinaison, & ensuite la position de son vertical, mais ce fut d'abord sans fruit. Après un long tâtonnement, il se trouva enfin une situation dans laquelle cette barre de fer soutint d'elle-même environ deux livres ou la dixième partie de son poids, par l'attraction magnétique; mais elle n'étoit point capable d'aimanter d'autres corps, & sa vertu même se perdoit par le plus léger déplacement. Je voulus chercher le moyen de pouvoir la fixer. Je savois que les outils des serruriers, sur lesquels on a coutume de frapper souvent, &c., semblent avoir été aimantés.

Je choisis, pour ma nouvelle expérience, une barre d'acier d'environ quinze pouces de long, sur six lignes d'équarissage, dressée, polie & trempée dur; toutes ces précautions sont nécessaires, & sur-tout celle de prendre du véritable acier; je vins à bout de lui trouver une situation dans laquelle cette barre portoit quatre onces. Ayant fixé une enclume de six ou sept livres, à l'extrémité supérieure du barreau, je frappai fortement sur l'autre extrémité avec un marteau de demi-livre; enfin, après plus de vingt coups qui avoient paru inutiles, il y en eut un qui aimanta le barreau de manière à lui faire porter ces quatre onces indifféremment dans toute autre position, & hors du méridien magnétique.

Pour augmenter la force de cette barre, M. Trullard prit plusieurs lames de fleuret de *solingen*, qui sont d'un bon acier, polies, trempées à bleu, d'environ onze pouces; il les aimanta chacune séparément avec le barreau de la première expérience, qu'il passoit d'abord depuis le centre de chaque lame jusqu'à une des extrémités avec le pôle nord, & ensuite depuis le milieu jusqu'à l'autre extrémité avec le pôle sud, & cela à plusieurs reprises différentes. Il forma de la sorte six lames aimantées, dont le pôle nord étoit formé par le pôle sud du barreau qui avoit été employé à cet effet: chacune de ces lames étoit capable de porter environ deux gros.

Ayant assemblé ces lames par faisceaux & trois à trois, on prit un faisceau de chaque main, & on aimanta six autres lames, toujours en partant du milieu, & conduisant un faisceau à droite & un à gauche; l'un de ces faisceaux frottoit par son pôle nord, & l'autre par son pôle sud, & ils repassoient quatre ou cinq fois sur les mêmes parties. Chacune de ces lames étant ainsi aimantée par six autres tout-à-la-fois, acquit plus de force que chacune des six premières n'en avoit eue. Ces six dernières lames, prises trois à trois, servirent bientôt à aimanter de nouveau les six premières séparément, qui se trouvèrent acquérir chacune beaucoup plus de force qu'elles n'en avoient reçue du premier barreau.

Après une douzaine d'opérations semblables, dans chacune desquelles il y avoit toujours trois lames pour agir à la fois, chaque lame aimantée portoit environ dix fois son poids, & ces opérations ainsi répétées conduisirent au point de ne voir presque plus d'augmentation de force d'une opération à la suivante; ce qui fit penser qu'on étoit parvenu au *maximum* de l'effet possible, du moins avec les pièces employées. On passa donc à une opération plus efficace.

Les douze lames aimantées séparément furent assemblées six à six en deux faisceaux, qui servirent à aimanter onze pièces d'acier courbées en fer-à-cheval, trempées à la glace, dures & polies, de trois pouces de longueur, sur un pouce de large; ensorte que la demi-circonférence avoit environ sept pouces. On commença toujours par le haut de la courbure, en conduisant tout-à-la-fois l'un des faisceaux à droite & l'autre à gauche, l'un

touchant par son pôle nord, & l'autre par son pôle sud.

Ayant aimanté ainsi des deux côtés, & à plusieurs reprises différentes, chaque *courbe* avec les faisceaux de six lames, on les assembla toutes pour en former un seul aimant artificiel, auquel furent ajoutées deux armures dans la forme ordinaire. Par-là on obtint un aimant qui, sous le poids de deux livres, en supporte près de quarante, & qui dès-lors peut-être mis en comparaison avec les plus forts que l'on ait faits. Il est probable qu'en continuant de semblables expériences, on iroit en ore au-delà. Cette méthode d'aimanter une *courbe*, n'exige point le grand nombre de supports employés dans la méthode de MM. Duhamel & Antheaume, ni dans celle de MM. Michell & Canton.

Ces supports, qui seroient au nombre de cent dix lames de six pouces, pour un aimant de six pieds, sont nécessaires afin que l'extrémité d'une barre ne perde pas le magnétisme qu'elle a reçu pendant qu'on touchoit l'autre extrémité; mais comme, par le moyen des deux faisceaux employés, les deux extrémités d'une barre, ou les deux bras d'une courbe sont aimantés tout-à-la-fois, les supports n'y sont plus nécessaires. Le procédé qu'on vient de détailler est aussi très-propre à former des aiguilles pour les compas de mer; car elles s'aimantent très-bien & très-promptement, au moyen de deux aimans que l'on fait partir du centre, & que l'on conduit tout-à-la-fois vers chaque extrémité, l'un frottant par son pôle nord, & l'autre par son pôle sud.

Lorsque l'on veut aimanter une courbe, on le peut faire de deux manières, sans compter celle dont on a parlé ci-dessus, 1°. avec une courbe de même grandeur, qu'on élève perpendiculairement sur l'autre, & avec laquelle on frotte depuis la naissance de la courbure jusqu'à l'extrémité des branches, de la même manière que si c'étoit deux aimans séparés. Le pôle nord forme par-là un pôle sud, & réciproquement tous les deux agissant à-la-fois. 2°. On peut aimanter la courbe d'une autre manière avec deux barreaux. Pour cela, on place deux pièces semblables bout à bout, de manière qu'elles composent une seule courbe ovale rentrante. On touche cette courbe avec les barreaux aimantés que l'on tient d'une main, peu éloignés l'un de l'autre, en faisant tout le tour; on forme ainsi deux aimans artificiels tout-à-la-fois, & l'on évite encore les supports par cette voie: on donne même à chacun des deux fers plus de force qu'ils n'en auroient acquis séparément. Après qu'on les a séparés, on trouve que les pôles qui étoient contigus sont de dénomination différente, & que le pôle nord de l'un se trouve contre le pôle sud de l'autre.

En réunissant plusieurs lames aimantées, il est naturel de chercher dans quel rapport cette force augmente par la réunion. On trouve, en comparant avec l'expérience, que la force augmente plus que les surfaces, mais moins que les masses.

Comme, dans cette méthode, on a aimanté des barreaux, sans employer des aimans naturels ou artificiels, on l'a rangée parmi les procédés qui ont rapport à cet objet. On observera cependant que le reste de la méthode peut également appartenir aux méthodes d'aimanter avec des aimans artificiels, & être placée après le premier procédé de M. Antheaume, qui a été rapporté ci-dessus, pour aimanter avec des aimans.

Pour faire de bons aimans artificiels, indépendamment d'une bonne méthode d'aimanter, plusieurs autres conditions sont nécessaires. On doit employer du bon acier, d'un grain fin, serré, homogène & d'une grande compacité, afin qu'il reçoive une plus forte dose de magnétisme, & qu'il la conserve long-temps. En forgeant l'acier on ne doit le replier en aucun sens. Il faut aussi proscrire tous les barreaux qui présenteroient des soufflures ou des gerçures. *Voyez* AIGUILLE AIMANTÉE.

M. Antheaume assure avoir remarqué que les aciers de Carme ou à la Roze, & l'acier d'Angleterre, sont les meilleurs pour faire des barres magnétiques: il observe, que lorsqu'on veut que les barres soient trempées dur sans recuit, & qu'elles reçoivent bien la vertu magnétique, la trempe qui conviendroit à l'un, ne convient pas à l'autre: l'acier de Carme ou à la Roze réussit très-bien, trempé dur à l'ordinaire; l'acier d'Angleterre réussit mieux trempé en paquet.

M. Brisson ayant voulu savoir, par expérience, quelle étoit l'espèce d'acier la plus propre à faire des aimans artificiels, l'espèce susceptible de recevoir la plus grande vertu magnétique, fit faire cinq paires de barreaux de différentes espèces d'acier, tous parfaitement égaux en longueur, en largeur, en épaisseur, & même en poids, à quelques grains près; tous également bien dressés & polis; tous trempés de tout leur dur. Chacun de ces barreaux étoient de 6 pouces & trois quarts de ligne de long, 6 lignes de large & 2 lignes d'épaisseur, & chaque paire pesoit 5 onces 4 gros & environ $\frac{3}{4}$ de gros. Ils furent placés deux à deux à la manière de M. Knight, en les séparant par une règle de bois, & les faisant communiquer, à chacune de leurs extrémités, par un contact de fer doux de 9 lignes de largeur: pour éviter la confusion, ils furent tous numérotés.

Les espèces d'acier, employées à faire ces barreaux, étoient l'acier d'Amboise; l'acier fondu d'Amboise, l'acier d'Allemagne, connu sous le nom *d'étoffe de Pons*; l'acier d'Angleterre & l'acier fondu d'Angleterre. Tous ces barreaux furent aimantés suivant la méthode de M. Antheaume, exposée ci-dessus, avec une paire d'excellens barreaux aimantés de 17 pouces 6 lignes de long, 1 pouce de

large, & 6 lignes d'épaisseur. Pour éprouver leur force attractive, on plaça chaque paire dans une situation verticale, la règle de bois entre deux, des liens de cuivre la retenoient à-peu-près comme on le fait pour les aimans armés; &, à la partie inférieure, au lieu du contact, on plaça un contact de fer doux, garni d'un crochet, destiné à recevoir la bélière d'un sceau de fer blanc, dans lequel furent mis successivement & peu-à-peu les poids dont on chargea chaque paire de ces barreaux.

Les barreaux d'acier moyen d'Amboise ne portèrent qu'un peu plus d'une fois leur poids.

Ceux d'acier fondu d'Amboise portèrent un peu plus de cinq fois leur poids.

Ceux d'acier d'Allemagne, connu sous le nom *d'étoffe de Pons*, ont porté un peu plus de 12 fois leur poids.

Ceux d'acier d'Angleterre ont porté plus de 14 fois leur poids.

Et ceux d'acier fondu d'Angleterre n'ont porté qu'un peu plus de 8 fois leur poids.

On peut conclure de ces expériences, 1°. que l'acier d'Angleterre est le plus propre à recevoir la vertu magnétique, & qu'il doit être préféré à toutes les autres espèces. 2°. Qu'au défaut d'acier d'Angleterre, celui d'Allemagne, connu sous le nom *d'étoffe de Pons*, doit être employé plutôt que tout autre; puisque sa vertu attractive n'est moindre que de $\frac{1}{7}$ de celle de l'acier d'Angleterre. 3°. Que les aciers fondus ne doivent, en aucun cas, être employés à faire des aimans artificiels; car ils reçoivent beaucoup moins de vertu que ceux de même sorte, qui ne sont pas fondus.

Les barreaux doivent être bien polis & nullement cambrés, sur-tout s'il s'agit de les réunir en faisceaux. Il y a de l'avantage à planer long-temps l'acier avec le marteau après la trempe, & même après le recuit, lorsqu'on veut avoir recours à ce dernier moyen. *Voyez* TREMPE.

Une forte trempe est préférable à celle qui l'est moins, car l'acier le moins trempé est le moins propre à conserver la vertu magnétique, & le plus propre à la perdre; un morceau d'acier trempé & revenu bleu, retiendra beaucoup moins de la vertu magnétique, que l'acier trempé de tout son dur. L'acier mol la retient encore moins, & le fer qui est encore plus mol en retient à peine quelque chose. Mais le même principe qui fait que le fer retient moins de vertu magnétique, fait aussi qu'il la reçoit plus aisément. Ainsi l'acier mol la reçoit avec plus de facilité que l'acier trempé & revenu bleu; celui-ci pareillement plus facilement que l'acier trempé. L'expérience suivante prouve, sans aucun doute, que l'acier trempé conserve mieux son magnétisme que l'acier trempé & revenu bleu; prenez deux barreaux d'égale grosseur, l'un trempé dur, & l'autre bleu; placez ensemble leurs pôles de même nom; & frottez-les en les coulant l'un sur l'autre pendant quelque temps, la vertu de l'aimant revenu bleu, sera bien-tôt diminuée, si elle ne se perd pas entièrement, tandis que celle de l'acier trempé n'aura souffert presqu'aucune diminution.

Les aimans en fer à cheval peuvent avoir exactement cette forme ou telle autre qui en approche. Voyez la *figure* 396, où un de ces aimans est représenté avec son porte-poids ou pièce de fer triangulaire appliquée à ses pôles.

Les avantages de cette sorte d'aimant artificiel sont les suivans. Comme ils occupent moins de place, on peut s'en servir plus aisément dans la construction des petites boussoles. On peut encore appliquer à leurs deux pôles à la fois une pièce de fer, qui, en les unissant, fait qu'ils sont moins exposés que les autres à perdre de leur vertu dans la suite des temps. Enfin, ils peuvent porter tout à la fois par leurs deux pôles, & par conséquent plus qu'ils ne porteroient par un seul pôle. De plus, quand on veut s'en servir pour en aimanter d'autres qui leur soient égaux en volume, ils tiennent lieu de plusieurs petites lames; & ils sont d'autant plus propres à cela, que leurs pôles sont très-près l'un de l'autre.

Les aimans en forme d'anneau ou en cercle, sont faits d'une simple lame platte, repliée sur la surface la plus large, au lieu de l'être sur la plus étroite, comme les précédens. Les aimans en anneau servent à différentes expériences, & sont beaucoup plus aisés à être armés.

L'aimant en demi-cercle peut être plié sur son plat comme l'annulaire, ou sur son côté comme l'aimant en fer-à-cheval. (*Figure*. 397) Deux aimans en demi cercle peuvent être placés l'un contre l'autre par les pôles opposés; c'est le moyen de les conserver tous deux. Ils peuvent servir à aimanter par la *double touche* des lames extrêmement petites, & sont encore d'un grand usage dans diverses expériences. La manière de faire les aimans courbes est la même que celle qu'on emploie à faire les aimans droits. Leurs extrémités doivent être supportées de la même façon. Les lames de six pouces employées à les aimanter doivent être placées selon la même méthode; il n'y a de la différence que dans la manière de les mouvoir conformément à la courbure de la ligne, d'un bout de la lame à l'autre, en répétant l'opération quatre ou cinq fois. *Michell. Voyez* aussi ci-dessus *méthode de Trullard*.

Avantages des aimans artificiels sur les aimans naturels. Depuis que l'art de faire des aimans artificiels a été perfectionné, on a préféré les premiers aux seconds.

1°. Il suffit d'avoir de l'acier, on le fait forger en lames d'une forme convenable; au contraire les pierres d'aimant sont fort chères; & leur armure exige beaucoup de peines.

2°. On peut multiplier à volonté les aimans ar-

tificiels; & on ne peut se procurer facilement des aimans naturels.

3°. Les aimans artificiels sont de beaucoup supérieurs en force aux aimans naturels; par leur moyen on aimante facilement des aiguilles d'acier trempé de tout son dur, ce qu'on ne peut faire avec des pierres d'aimant ordinaires. C'est pour cette raison qu'avant qu'on eût trouvé les moyens de faire de bons aimans artificiels, les aiguilles de boussole étoient toutes d'acier trempé revenu bleu. Il est vrai que dans ce dernier cas, la communication magnétique est plus aisée, mais la vertu magnétique n'en est pas aussi durable.

4°. Il est très-facile de rétablir dans sa première intégrité la vertu magnétique des aimans artificiels qui se seroit affoiblie par le laps du temps ou par d'autres accidens; & il ne l'est pas autant de rendre aux aimans naturels leur première force, à moins qu'on n'y emploie des aimans artificiels.

5°. On peut dans une seule lame placer plus de deux pôles, *v. g.* le pôle nord à chaque extrémité & le pôle sud dans le milieu; ou même d'autres combinaisons, 3 pôles sud, & 3 pôles nord, &c.

6°. On est maître de donner à volonté différentes formes aux aimans artificiels, de les allonger, *v. g.* de rapprocher leurs pôles, de leur donner diverses proportions avantageuses.

7°. Il est plus aisé d'employer avec eux les méthodes différentes qui ont été imaginées, &c. *Voyez* le mot MAGASINS MAGNÉTIQUES & les *figures*, depuis la 418e. jusqu'à la 423e. CENTRE MAGNÉTIQUE.

C'est sur-tout par le moyen des aimans artificiels qu'on vient à bout d'augmenter la vertu des aimans naturels, ou même de la changer, en renversant ses pôles, ce qui ne peut se faire qu'en employant une force supérieure. Si l'aimant naturel dont on veut augmenter la vertu, est extrêmement petit & court, il suffit d'appliquer à ses extrémités un nombre considérable de lames en forme de supports; mais s'il avoit assez de longueur pour pouvoir être aimanté selon la *double touche*, aimantez-le de cette façon par le moyen de différentes lames qui seront appliquées de tous les côtés à la fois. Si vous voulez faire changer de place aux pôles d'un aimant, ou changer la position de son axe magnétique, placez vos supports de manière que le centre de leur force se trouve aux deux points qui ont été choisis pour terme du nouvel axe, & aimantez-le selon la *double touche*, & dans cette direction autant qu'il sera possible. Si l'on veut faire changer de dénomination aux pôles, & mettre celui du nord où étoit celui du sud, & celui du sud où étoit le pôle nord, supposé que l'aimant soit assez-long, aimantez-le selon la double touche, suivant les règles prescrites plus haut, pour changer les pôles d'un aimant artificiel. Ensuite donnez-lui des supports, & aimantez-le de nouveau avec d'autres lames; mais si l'aimant est trop court, appliquez-lui seulement des supports, en observant de les changer deux ou trois fois pendant l'opération.

Pour augmenter la vertu d'un grand aimant naturel, placez à chacune de ses extrémités, au-lieu de supports un morceau de fer qui soit de la largeur & de l'épaisseur de l'aimant, & donnez à chacun de ces morceaux une longueur triple ou quadruple de leur largeur; ou sans leur donner cette longueur, donnez à l'extrémité qui ne touche pas l'aimant, trois ou quatre fois autant de largeur que le morceau en aura à l'extrémité qui le touche. Si vous-vous servez de barres de fer de la longueur dont on vient de parler, placez d'un côté autant de supports que l'espace qu'on aura, le permettra. Si vous ne lui donnez pas cette longueur, & qu'on se contente d'y suppléer, en donnant à un de ses bouts la largeur qui a été prescrite, placez vos supports au bout le plus large de la barre de fer. Si l'aimant est fort court, cela suffira; mais s'il est assez-long pour être aimanté selon la double touche, on l'aimantera de la sorte.

Si on veut faire changer de place aux pôles d'un pareil aimant, en les écartant de celle qu'ils occupent actuellement, placez vos deux barres de manière que la ligne que vous destinez à devenir l'axe de votre aimant, étant prolongée, les coupe par le milieu dans toute leur longueur. Si on veut faire changer de dénomination aux pôles, & placer celui du sud où est celui du nord, ou réciproquement, on le fera de même, en l'aimantant selon la double touche, & suivant les règles prescrites pour cet effet; pourvu qu'on puisse y appliquer une force suffisante. Après avoir fait changer de dénomination aux pôles, on peut en augmenter la vertu selon les règles prescrites plus haut.

Si on a à opérer sur des aimans extraordinairement larges, la meilleure méthode est de les partager en différentes lames coupées dans la longueur de la pierre, de les aimanter chacune en particulier, & de les réunir ensuite sous la même armure. Ce procédé est de M. Michell.

M. Æpinus a éprouvé que les aimans naturels portés à l'état d'incandescence, refroidis ensuite, & placés entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, acquerroient un magnétisme plus fort; & par la comparaison de ses expériences, il paroît que plus un aimant est vigoureux par sa nature, mieux il reçoit & conserve ce surcroît de force. Le premier aimant que j'ai soumis à l'expérience, dit cet habile physicien, étoit un parallèlipipède régulier; il étoit noirâtre, sans éclat métallique, très-homogène, très-compacte, & tel que sont communément les aimans de mauvaise qualité. Il n'avoit presque pas de force, car il pesoit nu deux onces $\frac{18}{64}$, avec son armure 3 onces $\frac{62}{64}$, & n'élevoit que 4 onces. Je l'ai dépouillé de son armure, je l'ai

l'ai placé entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, & après une demi-heure, j'ai trouvé que sa vertu étoit augmentée, & que rejoint à son armure, il pouvoit élever douze onces & demie. Je l'ai exposé au feu libre des charbons, je l'ai laissé dans une forte incandescence pendant une demi-heure; j'ai trouvé, après son refroidissement, qu'il avoit perdu presque toute la force magnétique qu'il possédoit. Je l'ai placé pendant un quart d'heure entre les deux barres aimantées, & j'ai trouvé que, garni de son armure, il élevoit déja plus de 18 onces; il a donc, après son incandescence, obtenu par le moyen des barres aimantées, dans un court espace de temps, une force beaucoup plus considérable que celle qu'il avoit acquise, pendant un temps plus long, avant d'être exposé au feu. Il est donc évident que l'aptitude de cet aimant à recevoir le magnétisme a été augmenté par ce procédé dans le rapport de 37 à 27, ce qui revient à-peu-près à celui de 7 à 5.

Un autre aimant, qui pesoit nu 4 onces un quart, & 5 onces 7 huitièmes avec son armure, présentoit aussi une matière uniforme & compacte, mais il paroissoit plus riche en métal que le premier aimant; lorsqu'il étoit revêtu de son armure, il portoit six onces trois quarts; placé une demi-heure entre les aimans artificiels, avant d'être exposé à l'action du feu, il ne put pas porter au-delà de 22 onces 3 quarts; tenu en incandescence au milieu des charbons pendant une demi-heure, & ensuite refroidi, il avoit perdu presque toute sa force, mais placé pendant un quart d'heure au milieu des aimans artificiels, il éleva facilement 37 onces & demie, & son aptitude à recevoir la vertu magnétique se trouva augmentée dans le rapport d'environ 8 à 5.

M. Œpinus croit qu'on pourroit augmenter encore plus la vigueur des aimans par la cémentation qui leur donneroit plus de qualité que la simple torréfaction au feu nu. Il propose de tailler en parellélipipède les aimans tirés immédiatement de la mine, en leur donnant le plus de longueur qu'il se pourra, pour les cémenter au feu & les plonger ensuite dans l'eau froide; après quoi, il propose de les placer entre deux ou plusieurs barres d'acier aimantées, & de les frotter avec deux aimans artificiels, suivant la méthode du double contact. Il faudra aussi les armer, après avoir choisi pour pôles les points les plus éloignés l'un de l'autre. *Œpinus, numéros* 359, 360 & 362.

AIMANT FACTICE. Je crois devoir donner ce nom aux aimans que l'art a composés & qui imitent l'aimant naturel : on les fabrique avec du sable des mines de fer dont on compose un corps solide par le moyen d'un ciment. Avant que ce mixte soit desséché, on lui communique la vertu magnétique: pour qu'il la reçoive dans un haut dégré, il faut qu'il y ait une juste proportion entre le ciment & le sable ferrugineux ; & celui-ci doit être le plus susceptible de retenir la vertu magnétique. La poudre d'émeri est excellente pour faire ces sortes d'aimans factices.

On peut encore former des aimans factices avec de la rouille de fer unie à de la poussière de pierre par l'intermède d'une matière grasse. Ce composé, au bout d'un certain temps, devient semblable à l'aimant.

L'un & l'autre de ces mixtes acquièrent la vertu magnétique par succession de temps; & sur-tout, par le moyen d'un aimant naturel ou artificiel. On peut leur donner toutes les formes convenables, mais celle d'un parallélipipède plus long que large est préférable. On peut aussi armer ces aimans factices qui alors ont plus de vertu. Mais il faut convenir qu'ils en ont toujours moins que les aimans naturels ou artificiels de même volume. C'est ce que j'ai constamment éprouvé, après en avoir fabriqué plusieurs, d'après quelques-uns des procédés suivans.

C'est l'observation qui peut avoir mis sur la voie de faire des aimans factices; car on a observé plusieurs fois que du fer changé en rouille, & exposé aux injures de l'air, acquerroit assez souvent & au bout d'un espace de temps plus ou moins considérable, une forte vertu magnétique. Les mémoires de l'académie rapportent le fait suivant bien propre à le constater. A Marseille il y a une tour située sur le haut d'une coline, & où une cloche est suspendue sur deux barres de fer de la longueur de trois toises, épaises de 3 pouces ½, & posées horisontalement de l'est à l'ouest. Suivant les archives de la ville, il y avoit environ 420 ans qu'elles étoient mises au haut de cette tour, lorsque M. Chevalier, ingénieur, remarqua que les deux bouts des barres de fer retenues dans les épaisseurs de deux piliers d'une pierre tendre qui les portoient, avoient acquis les propriétés magnétiques. Il observa qu'aux deux bouts dont nous parlons il y avoit une épaisseur de rouille assez considérable qui s'étoit formée du fer & de la pierre & qui étoit convertie en aimant, comme il étoit arrivé à Chartres & à Aix. Cette matière étant détachée de la barre se chargeoit d'une grande quantité de limaille de fer, comme le fait un aimant excellent; & les petites parcelles qui s'étoient rompues autour du morceau, en les détachant de la barre, y demeurèrent attachées & s'y hérissèrent comme la limaille de fer sur l'aimant.

Avant que de terminer cet article, nous rapporterons une méthode de M. Knight. Après avoir pris une grande quantité de limaille de fer, ce physicien la mettoit dans un large tonneau rempli d'eau claire, environ à la moitié; il agitoit ensuite ce tonneau, afin que le frottement qu'éprouvoit la limaille pût en détacher les parties les plus fines qui restoient pour quelque tems suspendues dans

l'eau. Il étoit persuadé qu'un des ingrédiens nécessaires étoit ces molécules dont il falloit avoir une certaine quantité. Quand cette eau ainsi agitée étoit devenue trouble, il la versoit dans un vase de terre bien propre, en laissant la limaille au fond du tonneau. Après que l'eau étoit restée dans le vase assez long-temps pour devenir claire, il la faisoit écouler sans troubler le sédiment ferrugineux, qui paroissoit n'être plus qu'une poussière impalpable, & mettoit ensuite ce sédiment dans un autre vase pour l'y faire sécher ; après avoir amassé une quantité suffisante de cette matière, il en composoit une pâte, en y mêlant un liquide gras, par exemple, de l'huile de lin. De ces deux ingrédiens, il faisoit une composition qu'il falloit pétrir long-temps avant de lui donner de la consistance ; il l'étendoit ensuite sur une planche ou sur des tuiles, pour être cuite à un feu très-modéré, craignant qu'un trop grand degré de chaleur n'y fit des crevasses.

Le temps requis pour cuire cette pâte étoit ordinairement cinq ou six heures. Quand elle avoit acquis un degré suffisant de dureté, & que ses différens morceaux étoient refroidis, il leur donnoit leur vertu magnétique dans la direction qu'il vouloit, en les plaçant entre les deux extrémités de son magasin d'aimans artificiels, pendant quelques secondes seulement. Par ce moyen, il leur communiquoit une telle vertu magnétique, que lorsqu'il plaçoit une de ses pièces entre deux barres, avec ses pôles renversés à dessein, elle se tournoit elle-même dans sa direction naturelle, que la force de ces deux barres n'étoit pas capable de faire changer. *Transactions philosophiques 1779. Première partie.*

Voici ce que dit à ce sujet un physicien à qui M. Knight envoya en 1748 quelques aimans factices qui avoient l'apparence de petites pierres noires & métalliques : elles avoient un pouce de long, huit lignes de large, & deux lignes d'épaisseur ; il y joignit plusieurs petites balles de la même composition dont quelques-unes avoient cinq, d'autres quatre, & quelques-unes trois lignes de diamètre. Il nommoit ces petites spères, *terrella*.

Je fus moins surpris, dit M. de Tressan, de trouver un fort magnétisme dans les petits quarrés longs, que je ne le fus de le trouver égal dans les petites *terrella*, dont les pôles sont bien décidés & bien fixes, ces petites sphères s'attirant & se repoussant vivement, selon les pôles qu'elles se présentent. Je préparai donc, selon l'instruction de M. Knight, une glace bien polie & posée bien horisontalement, je disposai en rond cinq de ces terrella, & je placai au milieu un de ces aimans factices de la même matière, lequel je pouvois tourner facilement sur son centre ; Je vis sur le champ toutes les terrella s'agiter & se retourner pour présenter à l'aimant factice la pôlarité correspondante à la sienne ; les plus légères furent plusieurs fois attirées jusqu'au contact, & ce ne fut qu'avec peine que je parvins à les placer à la distance proportionnelle, en raison composée de leurs sphères d'activité. Alors, en tournant doucement l'aimant factice sur son centre, j'eus la satisfaction de voir toutes ces terrella tourner sur elles-mêmes, par une rotation correspondante à celle de cet aimant ; & cette rotation étoit pareille à celle qu'éprouve une roue de rencontre, lorsqu'elle est mue par une autre roue à dents ; de sorte que, lorsque je retournois mon aimant de la droite à la gauche, la rotation des terrella étoit de la gauche à la droite ; & l'inverse arrivoit toujours, lorsque je tournois mon aimant de l'autre sens.

M. Wilson, dans un mémoire présenté en 1778, à la société royale de Londres, a décrit la composition de la pâte magnétique de M. Knight avec lequel il étoit lié d'amitié ; & il la donne pour être d'autant plus authentique, qu'il s'étoit souvent trouvé avec lui pendant que ce docteur étoit occupé à la composer. « Elle consiste simplement en une poudre de fer, la plus fine, mêlée avec l'huile de lin. Le docteur Knight incorporoit bien ces deux ingrédiens ensemble, & en faisoit une pâte sous différentes formes. Il avoit grand soin de faire sécher lentement cette pâte sur une planche ou une tuile ; il avoit observé qu'elle est sujette à éclater si on la sèche trop vîte. » On conserve encore quelques-uns de ces aimans factices au musée britannique ; & M. Wilson en possède aussi quelques pièces. M. Knight n'a jamais publié la composition de cette pâte, & la raison qu'il en donna lui-même en 1766 à M. Inghen-housz, étoit « qu'il avoit fait cette composition de plusieurs façons ; que les unes avoient mieux réussi que les autres, & que n'ayant pas fait des notes de tous ces essais, il ne pouvoit pas dire au juste lesquels avoient réussi le mieux ; qu'il se souvenoit cependant qu'une de ces pâtes, la plus magnétique, étoit composée d'un aimant naturel, mêlée avec tant soit peu de poudre de charbon très-fine & de l'huile de lin, en laissant sécher la pâte lentement. » M. Ingen-housz désirant connoître quelle seroit la meilleure composition de ces sortes de pâtes magnétiques, réduisit un aimant naturel de l'île d'Elbe en poudre impalpable, en fit une pâte avec la partie glutineuse du fromage, mêlée avec un peu de chaux vive dans un état de poudre très-fine. Il donna ensuite à cette pâte la figure d'une tête, en la pressant dans un moule de matière vitrifiée. Plusieurs morceaux de cette composition furent ainsi figurés dans le même moule, où ils prirent conséquemment les mêmes dimensions. On les compara ensuite avec d'autres aimans égaux, faits de la même manière, en prenant, au lieu de poudre d'aimant réel, de la poudre de fer très-fine : on pouvoit distinguer ces deux espéces de pâte par des marques faites à dessein. Lorsqu'elles furent toutes bien desséchées, on les appliqua au grand appareil magnétique du docteur Knight qui est dans le musée

de la société royale de Londres, en les plaçant chacun pendant un temps égal entre ces barres. Le résultat fut que toutes les pièces préparées avec la poudre d'aimant, reçurent une force magnétique beaucoup plus grande que celles qui avoient été faites avec la poudre de fer. Des morceaux de cette pâte dans la composition desquels on avoit mêlé du charbon, acquirent moins de force, peut-être parce qu'il y avoit trop de charbon. Ces différens aimans factices acquirent cependant moins de force que ceux qui avoient été fabriqués par le docteur Knight, probablement parce que l'appareil magnétique, tel qu'il étoit alors en 1778 & 1779, dans le musée britannique, étoit affoibli & avoit perdu beaucoup de sa force, faute des soins que M. Knight lui-même y donnoit avec toute l'assiduité possible.

M. Inghen-Housz dit qu'il avoit fait aussi quelques-uns de ces aimans factices, en mêlant la poussière d'aimant avec l'huile de lin telle que les peintres l'emploient ; & de même d'autres avec la poudre de fer ; mais la masse n'étoit encore ni assez desséchée, ni assez endurcie lorsque l'on démonta le grand appareil magnétique de M. Knight, pour faire remettre les aimans artificiels en leur état de force primitive par M. Nairne. En appliquant un de ces aimans à l'appareil, avant qu'il fut démonté, pendant que la pâte étoit encore un peu flexible entre les doigts, sa croute étant déjà endurcie, on observa que cette masse, appliquée au pôle d'un de ces grands aimans composés, changeoit bientôt en forme ovale la figure parfaitement ronde qui lui avoit été donnée ; allongement qui venoit de l'attraction du pôle opposé de l'aimant voisin. Le physicien qu'on vient de nommer, pense avec beaucoup de probabilité, que pour donner la plus grande force à une telle pâte, par des aimans aussi vigoureux qu'étoient ceux de M. Knight, il faudroit y appliquer la pâte dans le temps qu'elle est encore assez flexible, pour que les particules qui la constituent puissent plus facilement s'arranger entr'elles de la façon la plus avantageuse pour la force magnétique de tout le composé.

Je fis, il y a quelques années, continue M. Inghen-Housz, différentes pâtes d'aimans factices avec la poudre de fer, ainsi qu'avec la poudre d'aimant, mêlées simplement avec de la cire ordinaire ; j'y joignis quelquefois un peu de thérébentine, pour donner plus de flexibilité à la pâte. Elles recevoient une vertu magnétique assez considérable, se laissoient diviser & rajuster de nouveau sans rien perdre de leur force. On pouvoit les plier en tout sens & en toutes figures ; de tels aimans flexibles sont fort utiles pour différentes recherches sur la polarité & sur les différens changemens que cette qualité subit par divers mouvemens, divisions & inflexions dont ces aimans sont susceptibles, sans passer par des opérations qui détruisent la vertu magnétique, tel qu'est le feu.

Ces sortes d'aimans sont aussi plus propres à recevoir plusieurs pôles, que les aimans naturels ou ceux d'acier : on a donné à une de ces masses assez grande dix à douze pôles. On peut même leur donner autant de pôles, les uns près des autres, qu'on veut, par le simple attouchement du pôle d'une barre fortement aimantée, ou par l'attouchement d'un pôle d'un aimant naturel. Ils retiendront tous ces pôles. *Nouv. exper. & observat. de phys.* 1785. *pag.* 331 *& suiv.*

AIMANT (*armure de l'*) (*voyez* ARMURE DE L'AIMANT.)

AIMANT (*attraction de l'*) (*voyez* ATTRACTION MAGNÉTIQUE.)

AIMANT (*centre magnétique*) (*voyez* CENTRE MAGNÉTIQUE.)

AIMANT (*communication de l'*) (*voyez* COMMUNICATION DE L'AIMANT.)

AIMANT (*déclinaison de l'*) (*voyez* DÉCLINAISON DE L'AIMANT.)

AIMANT (*direction de l'*) (*voyez* DIRECTION DE L'AIMANT.)

AIMANT (*équateur de l'aimant*) (*voyez* ÉQUATEUR MAGNÉTIQUE.)

AIMANT (*pôle de l'*) (*voyez* POLE DE L'AIMANT.

AIMANT (*inclinaison de l'*) (*voyez* INCLINAISON DE L'AIMANT.)

AIMANT (*magasin magnétique*) (*voyez* MAGASIN MAGNÉTIQUE.)

AIMANT (*répulsion de l'*) (*voyez* RÉPULSION DE L'AIMANT.)

AIMANT (*variation de l'*) (*voyez* VARIATION DE L'AIMANT.)

AIMANTÉE (*aiguille*) (*voyez* AIGUILLE AIMANTÉE.)

AIR. L'air est une substance matérielle, fluide, pesante, élastique, conséquemment capable de compression & de dilatation, transparente, sans couleur, & invisible par elle-même, sans odeur ni saveur, distincte des vapeurs & des exhalaisons, composée essentiellement de deux parties, l'une méphitique, & l'autre éminemment respirable, répandue par-tout, & environnant le globe jusqu'à une hauteur considérable. Ce n'est jamais par une simple définition qu'on viendra à bout de connoître l'air ; la nature intime des corps ne nous est point dévoilée, & on ne peut en avoir une idée satisfaisante, que par une description, c'est-à-dire, par l'énumération des propriétés & des effets.

I. L'air est un corps, une substance vraiment matérielle, car il a tous les attributs de la matière. Les propriétés de la matière sont l'étendue, la figurabilité, la divisibilité, l'impénétrabilité, la porc-

sité, la mobilité & la cohérence. Or, tous ces attributs se remarquent dans l'air. Il est étendu, puisqu'il jouit des trois dimensions qui caractérisent l'étendue, savoir : la longueur, largeur & profondeur qui lui sont propres en tous lieux & en tous temps. Son étendue étant bornée & circonscrite dans tous les endroits où il existe, il s'y moule en quelque sorte, & prend une figure qui n'est autre chose que la détermination des limites d'une substance. L'air étant étendu, doit être impénétrable; parce que l'étendue lui faisant occuper un espace proportionnel à sa masse, il ne peut y admettre en même temps une autre substance; & lorsqu'il lui est impossible de sortir de cet espace, & qu'il a obéi à la force comprimante, il oppose une résistance insurmontable. Un grand nombre d'expériences prouvent cette propriété de l'air. Nous les exposerons à l'article IMPÉNÉTRABILITÉ. L'air est divisible, car la divisibilité est une suite de l'étendue : point d'étendue sans parties placées à côté les unes des autres; & s'il y a multiplicité de parties dans une substance, on peut les séparer ou les concevoir séparées; d'ailleurs, nous le divisons tous les jours très-facilement, en exécutant, dans l'atmosphère qui nous entoure, divers mouvemens. S'il y a un grand nombre de parties différemment arrangées entr'elles, & très-mobiles, il est nécessaire qu'elles soient plus ou moins éloignées les unes des autres, qu'elles laissent des intervalles divers, c'est-à-dire, qu'il y ait une porosité. L'expérience prouve encore que l'air est doué d'une grande porosité, puisqu'il contient dans son sein une grande quantité d'eau, de vapeurs & d'exhalaisons qu'il tient en dissolution ou en suspension. *Voyez* POROSITÉ, DISSOLUTION, HYGROMÈTRE. L'air est encore très-mobile, puisqu'il reçoit les impressions d'une infinité de puissances motrices, & qu'il leur obéit avec la plus grande facilité. Il est susceptible de toutes les sortes de mouvemens, de toutes les directions possibles, de toutes les vîtesses imaginables. Des masses d'air plus ou moins considérables sont aisément transportées d'un lieu dans un autre, & communiquent également à d'autres corps une partie de leur mouvement. Enfin, on ne sauroit douter que l'air ne jouisse de cette propriété connue sous le nom de cohérence, d'adhérence, d'adhésion, c'est-à-dire, d'attraction. *Voyez* l'article ADHÉRENCE, dans lequel nous avons rapporté plusieurs expériences sur cet objet; voyez aussi COHÉRENCE & ATTRACTION. L'attraction étant une propriété générale de la matière, tout corps attirant & étant attiré, l'air doit conséquemment être doué de cette propriété. Tous les attributs qui constituent la matière convenant à l'air, on ne sauroit donc s'empêcher de conclure de ce qu'on vient de dire, que l'air est un corps, une substance matérielle.

[On peut reconnoître l'*air*, à une infinité de caractères : nous en allons ici exposer quelques-uns.

1°. Lorsqu'on renferme l'*air* dans quelque vaisseau de métal ou dans un verre, il y reste sans qu'il lui arrive aucun changement, & toujours sous la forme d'*air* : mais il n'en est pas de même des vapeurs; car dès qu'elles deviennent froides, elles perdent toute leur élasticité, & vont s'attacher tout-autour des parois internes du verre, d'où elles dégouttent & tombent ensuite en bas, de sorte que les verres & les vaisseaux, qui auparavant étoient remplis de vapeurs élastiques, se trouvent ensuite comme vuides. Il en est à-peu-près de même des exhalaisons des autres corps, qui se dissipent avec le temps, & se perdent en quelque manière, lorsque leurs parties, après avoir perdu l'élasticité qu'elles avoient, viennent à se réunir & à ne faire qu'un corps. Cela paroît par plusieurs expériences qui ont été faites par M. Boyle avec l'*air* que l'on tire des raisins, de la pâte de farine, de la chair, & de plusieurs autres corps. Cela se confirme aussi par les expériences dont M. Hales a donné la discription dans son ouvrage intitulé *la Statique des végétaux & l'analyse de l'air.*

2°. Une autre propriété de l'*air*, c'est que par son moyen les corps terrestres qui sont en feu, continuent de brûler jusqu'à ce que les parties qui peuvent contenir du feu, soient consumées; au contraire les vapeurs & les exhalaisons éteignent dans l'instant le feu le plus vif, de même que l'éclat des charbons & du fer ardent. Ces mêmes vapeurs, bien loin d'être nécessaires à la respiration, comme l'*air*, y nuisent, & quelquefois suffoquent; témoin l'effet du soufre allumé, & celui de la grotte d'Italie, où un chien est suffoqué en un clin d'œil.

3°. Si l'*air* n'est pas un fluide différent des vapeurs & des exhalaisons, pourquoi reste-t-il tel qu'il étoit auparavant, après une grosse pluie mêlée d'éclairs & de tonnerre? En effet, lorsqu'il fait des éclairs, les exhalaisons se mettent en feu, & tombent sur la terre en forme de pluie avec les vapeurs : mais après la pluie on ne remarque pas qu'il soit arrivé aucun changement à l'*air*, si ce n'est qu'il se trouve purifié : il doit donc être différent des exhalaisons terrestres. Mussch. *Essai de Phys.*

Quant à la nature & à la substance de l'*air*, nous n'en savons que bien peu de chose, ce que les auteurs en ont dit jusqu'à-présent n'étant que de pures conjectures. Il n'y a pas moyen d'examiner l'*air* seul & épuré de toutes les matières qui y sont mêlées; & par conséquent on ne peut pas dire quelle est sa nature particulière, abstraction faite de toutes les matières hétérogènes parmi lesquelles il est confondu.

Le docteur Hook veut que ce ne soit rien autre chose que l'éther même, ou cette matière fluide & active répandue dans tout l'espace des régions célestes; ce qui répond au *medium subtile*, ou milieu subtil de Newton. *Voyez* ETHER, MILIEU.

Considéré comme tel, on en fait une substance *sui generis*, qui ne dérive d'aucune autre, qui ne peut être engendrée, qui est incorruptible, immuable, présente en tous lieux, dans tous les corps, *&c.* D'autres s'attachent à son élasticité, qu'ils regardent comme son caractère essentiel & distinctif; ils supposent qu'il peut être produit & engendré, & que ce n'est autre chose que la matière des autres corps, devenue, par les changemens qui y sont faits, susceptible d'une élasticité permanente. M. Boyle nous rapporte plusieurs expériences qu'il a lui-même faites sur la production de l'*air*. Ce philosophe appelle *produire de l'air*, tirer une quantité d'*air* sensible de corps où il ne paroissoit pas y en avoir du tout, du moins où il paroissoit y en avoir moins que ce qui en a été tiré. Il observe que parmi les différentes méthodes propres à cet effet, les meilleures sont la fermentation, la corrosion, la dissolution, la décomposition, l'ébullition de l'eau & des autres fluides, & l'action réciproque des corps, sur-tout des corps salins, les uns sur les autres. *Hist. de l'air.* Il ajoûte que les différens corps solides & minéraux, dans les parties desquels on ne soupçonneroit pas la moindre élasticité, étant plongés dans des menstrues corrosifs, qui ne soient point élastiques non plus, on aura cependant, au moyen de l'atténuation des parties, causée par leur froissement, une quantité considérable d'*air* élastique. *Voyez ibid.*

Newton est du même sentiment. Selon ce philosophe, les particules d'une substance dense, compacte & fixe, adhérentes les unes aux autres par une puissante force attractive, ne peuvent être séparées que par une chaleur violente, & peut-être jamais sans fermentation ; & ces corps raréfiés à la fin par la chaleur ou la fermentation, se transforment en un *air* vraiment élastique. *Voyez* l'OPTIQUE *de Newton*. Sur ce principe, il ajoute que la poudre à canon produit de l'*air* par son explosion. *Ibid.*

Voilà donc non-seulement des matériaux pour produire de l'*air*, mais aussi la méthode d'y procéder; en conséquence de quoi on divise l'*air* en *réel* ou *permanent*, & en *apparent* ou *passager*. Car pour se convaincre que tout ce qui paroît *air* ne l'est pas pour cela, il ne faut que l'exemple de l'éolipyle, où l'eau étant suffisamment raréfiée par le feu, sort avec un sifflement aigu, sous la forme d'une matière parfaitement semblable à l'*air*, mais bien-tôt après perd cette ressemblance, sur-tout au froid, & redevient eau par la condensation, telle qu'elle étoit originairement. On peut observer la même chose dans l'esprit-de-vin, & autres esprits subtils & fugitifs qu'on obtient par la distillation; au lieu que l'*air* réel ne se peut réduire ni par la compression, ni par la condensation ou autre voie, en aucune autre substance que de l'*air*. *Voyez* EOLIPYLE.

On peut donc faire prendre à l'eau pour quelque temps l'apparence de l'*air*; mais elle reprend bientôt la sienne. Il en est de même des autres fluides; la plus grande subtilisation qu'on y puisse produire, est de les réduire en vapeurs, lesquelles consistent en un fluide extrêmement raréfié, & agité d'un mouvement fort vif : car pour qu'une substance soit propre à devenir un *air* permanent, il faut, dit-on, qu'elle soit d'une nature fixe, autrement elle ne sauroit subir la transmutation qu'il faudroit qu'il s'y fît, mais elle s'envole & se dissipe trop vîte. Ainsi la différence entre l'*air* passager & l'*air* permanent, répond à celle qui est entre les vapeurs & les exhalaisons, qui consiste en ce que celles-ci sont seches, & celles-là humides, *&c. Voyez* VAPEUR *&* EXHALAISON.

La plûpart des philosophes font consister l'élasticité de l'*air* dans la figure de ses particules. Quelques-uns veulent que ce soit de petits flocons semblables à des touffes de laine; d'autres les imaginent tournées en rond comme des cerceaux, ou roulées en spirale comme des fils d'archal, des copeaux de bois, ou le ressort d'une montre, & faisant effort pour se rétablir en vertu de leur contexture; de sorte que pour produire de l'*air*, il faut, selon eux, produire des particules disposées de cette manière; & qu'il n'y a de corps propres à en produire, que ceux qui sont susceptibles de cette disposition; or, c'est de quoi, ajoutent-ils, les fluides ne sont pas susceptibles, à cause du poli, de la rondeur, & de la lubricité de leurs parties.

Mais Newton (*Opt. pag. 371.*) propose un système différent ; il ne trouve pas cette contexture des parties suffisante pour rendre raison de l'élasticité surprenante qu'on observe dans l'*air*, qui peut être raréfié au point d'occuper un espace un milion de fois plus grand que celui qu'il occupoit avant sa raréfaction : or, comme il prétend que tous les corps ont un pouvoir attractif & répulsif, & que ces deux qualités sont d'autant plus fortes dans les corps, qu'ils sont plus denses, plus solides, & plus compacts, il en conclut que quand par la chaleur, ou par l'effet de quelqu'autre agent, la force attractive est surmontée, & les particules du corps écartées au point de n'être plus dans la sphère d'attraction, la force répulsive commençant à agir, les fait éloigner les unes des autres avec d'autant plus de force, qu'elles étoient plus étroitement adhérentes entr'elles, & ainsi il s'en forme un *air* permanent. C'est pourquoi, dit le même auteur, comme les particules d'*air* permanent sont plus grossières, & formées de corps plus denses que celles de l'*air* passager ou des vapeurs, le véritable *air* est plus pesant que les vapeurs, & l'atmosphère humide plus legere que l'atmosphère sèche. *Voyez* ATTRACTION, RÉPULSION, *&c.*

Mais, après tout, il y a encore lieu de douter si la matière ainsi extraite des corps solides, a toutes les propriétés de l'*air*; si cet *air* n'est pas passager, ou si l'*air* permanent qu'on tire des corps n'y exis-

toit pas déjà. M. Boyle prouve par une expérience faite dans la machine pneumatique avec une mêche allumée, que cette fumée subtile que le feu élève même des corps secs, n'a pas autant de ressort que l'*air*, puisqu'elle ne sauroit empêcher l'expansion d'un peu d'*air* enfermé dans une vessie qu'elle environne. *Physic. méch. exper.* Néanmoins, dans quelques expériences postérieures, en dissolvant du fer dans l'huile de vitriol & de l'eau, ou dans de l'eau-forte, il a formé une grosse bulle d'*air* qui avoit un véritable ressort, & qui, en conséquence de son ressort, empêchoit que la liqueur voisine ne prît sa place; lorsqu'on y appliqua la main toute chaude, elle se dilata aisément comme tout autre *air*, & se sépara dans la liqueur même en plusieurs bulles, dont quelques-unes s'élevèrent hors de la liqueur en plein *air*. *Ibid.*

Le même physicien nous assûre avoir tiré une substance vraiment élastique de plusieurs autres corps; comme du pain, du raisin, de la bière, des pommes, des pois, du bœuf, *&c.* & de quelques corps, en les brûlant dans le vuide, & singulièrement du papier, de la corne de cerf: mais cependant cette substance, à l'examiner de près, étoit si éloignée de la nature d'un *air* pur, que les animaux qu'on y enfermoit, non-seulement ne pouvoient respirer qu'avec peine, mais même y mouroient plus vîte que dans un vuide où il n'y auroit point eu d'*air* du tout. *Physic. méchan. exper.*

Nous pouvons ajouter ici une observarion de l'académie royale des sciences, qui est que l'élasticité est si éloignée d'être la qualité constitutive de l'*air*, qu'au contraire s'il se joint à l'*air* quelques matières hétérogènes, il devient plus élastique qu'il ne l'étoit dans toute sa pureté. Ainsi M. de Fontenelle assure, en conséquence de quelques expériences faites à Paris par M. de la Hire, & à Boulogne par M. Stancari, que l'*air* rendu humide par le mélange des vapeurs, est beaucoup plus élastique & plus capable d'expansion que quand il est pur; & M. de la Hire le juge huit fois plus élastique que l'*air* sec. *Hist. de l'acad. an.* 1708.

Mais il est bon d'observer aussi que M. Jurin explique ces expériences d'une autre manière, & prétend que la conséquence qu'on en tire, n'en est pas une suite nécessaire. *Append. ad Varen. Geogr.*

Tout ce que nous venons de dire, s'entend de l'*air* considéré en lui-même: mais comme nous l'avons remarqué, cet *air* n'existe nulle part pur de tout mélange. Or, ces substances hétérogènes des propriétés & des effets desquels nous avons à traiter ici, sont, selon M. Boyle, d'une nature toute différente de celle de l'*air* pur. Boerhaave même fait voir que c'est un chaos & un assemblage de toutes les espèces de corps créés. Tout ce que le feu peut volatiser s'élève dans l'*air*: or, il n'y a point de corps qui puisse résister à l'action du feu. *Voyez* FEU, VOLATIL, *&c.*

Par exemple, il doit s'y trouver, 1°. des particules de toutes les substances qui appartiennent au règne minéral: car toutes ces substances, telles que les sels, les soufres, les pierres, les métaux, *&c.* peuvent être converties en fumée, & par conséquent prendre place parmi les substances aériennes. L'or même, le plus fixe de tous les corps naturels, se trouve dans les mines fortement adhérent au soufre, & peut conséquemment être élevé avec ce minéral. *Voyez* OR, *&c.*

2°. Il faut aussi qu'il y ait dans l'*air* des particules de toutes les substances qui appartiennent au règne animal. Car les émanations abondantes qui sortent perpétuellement des corps des animaux par la transpiration qu'opère sans-cesse la chaleur vitale, portent dans l'*air* pendant le cours entier de la vie d'un animal, plus de particules de la substance qu'il n'en faudroit pour recomposer plusieurs corps semblables. *Voyez* TRANSPIRATION, EMANATION, *&c.*

De plus, quand un animal mort reste exposé à l'*air*, toutes ses parties s'évaporent & se dissipent bien-tôt; de sorte que la substance dont étoit composé un animal, un homme, par exemple, un bœuf ou tout autre, se trouve presque toute convertie en *air*

Voici une preuve entre mille autres, qui fait bien voir que l'*air* se charge d'une infinité de particules excrémenteuses: on dit qu'à Madrid, on n'est point dans l'usage d'avoir des privés dans les maisons; que les rues en servent la nuit: que cependant l'*air* enlève si promptement les particules fétides, qu'il n'en reste aucune odeur le jour.

3°. Il est également certain que l'*air* est aussi chargé de végétaux; car on sait que toutes les substances végétales deviennent volatiles par leur putréfaction, sans même en excepter ce qu'il y a de terreux & de vasculaire qui s'échappe à son tour. *Voyez* VÉGÉTAL, PLANTE, *&c.*

De toutes ces émanations qui flottent dans le vaste océan de l'atmosphère, les principales sont celles qui consistent en parties salines. La plûpart des auteurs imaginent qu'elles sont d'une espèce nitreuse: mais il n'y a pas à douter qu'il n'y en ait de toutes sortes; du vitriol, de l'alun, du sel marin, & une infinité d'autres. *Voyez* SEL, NITRE, *&c.*

M. Boyle observe même qu'il peut y avoir dans l'*air* quantité de sels composés qui ne sont point sur terre, formés par la rencontre fortuite & le mélange de différens esprits salins. Ainsi l'on voit des vitrages d'anciens bâtimens, corrodés comme s'ils avoient été rongés par des vers, quoique aucun des sels que nous connoissons en particulier, ne fût capable de produire cet effet.

Les soufres sont sans-doute une partie considé-

rable de la subſtance aérienne, à cauſe du grand nombre de volcans, de grottes, de cavernes, & de ſoupiraux; d'où il ſort une quantité conſidérable de ſoufres qui ſe répand dans l'atmoſphère. *Voyez* SOUFRE, VOLCAN, *&c.*

Et l'on peut regarder les agrégations, les ſéparations, les frottemens, les diſſolutions, & les autres opérations d'une matière ſur une autre, comme les ſources d'une infinité de ſubſtances neutres & anonymes qui ne nous ſont point connues.

L'*air* pris dans cette acception générale, eſt un des agens les plus conſidérables & les plus univerſels qu'il y ait dans la nature, tant pour la conſervation de la vie des animaux, que pour la production des plus importans phénomènes qui arrivent ſur la terre. Ses propriétés & ſes effets ayant été les principaux objets des recherches & des découvertes des philoſophes modernes, ils les ont réduits à des lois & des démonſtrations préciſes qui font partie des branches des mathématiques qu'on appelle *Pneumatique* & *Airométrie*. *Voyez* RESPIRATION, PNEUMATIQUE & AIROMÉTRIE, *&c.*]

II. *L'air eſt fluide.* Un corps fluide eſt celui dont les parties intégrantes ſont ſi foiblement unies entr'elles, qu'au moindre mouvement elles ſe ſéparent les unes des autres & peuvent être disjointes ſans opérer la diſſolution du tout. Lorſque nous marchons ſur la ſurface de la terre, nous diviſons avec la plus grande facilité la maſſe d'air qui nous environne; il en eſt de même d'un brin de paille ou de tout autre corps léger qui tombe dans l'air. La fluidité de l'air eſt démontrée par l'uſage fréquent de pluſieurs eſpèces d'inſtrumens que nous avons preſque tous les jours entre les mains; par le moyen des ſoufflets nous pompons l'air, & nous le faiſons enſuite jaillir à une diſtance notable, comme il arrive à l'eau que nous lançons fort loin de nous avec une ſeringue. Les vents ſont des courans qui ont lieu dans l'air, comme ceux qui ſont dans la mer. En un mot, toutes les raiſons qu'on peut apporter pour démontrer que l'eau, par exemple, eſt un fluide, prouvent également que l'air jouit de la fluidité. (*Voyez* FLUIDITÉ).

La propagation des ſons, celle des odeurs & émanations de toutes ſortes qui s'échappent des corps, montrent encore tous les jours des effets de cette fluidité, puiſque dans ces différentes circonſtances, les parties de l'air cèdent à un effort preſqu'imperceptible, & ſe meuvent avec la plus grande facilité.

L'air eſt conſtamment fluide; car ni le froid, ni la compreſſion, ni le mélange avec diverſes ſubſtances ni aucun, moyen connu, ne peuvent lui faire perdre ſa fluidité, ainſi qu'il eſt prouvé par l'expérience. Si on plonge un thermomètre d'air dans de la glace mêlée avec du ſel ammoniac, pour augmenter le degré de froid; ſi on verſe deſſus ce mélange de l'acide nitreux fumant, afin de rendre l'intenſité du froid beaucoup plus conſidérable, on ne verra jamais la fluidité de l'air diſparoître, même dans les circonſtances où le froid a été capable de congéler le mercure; ſoit qu'on produiſe ce froid naturellement ou artificiellement; jamais on ne remarquera que l'air ſoit réduit en parties ſolides, ce qui, ſelon M. Formey, vient de ſa rareté, de ſa mobilité & de la figure de ſes parties.

La compreſſion ne peut pas non plus détruire la fluidité de l'air. Quoiqu'on comprime fortement l'air dans des vaiſſeaux, par exemple, dans la machine à condenſer l'air, dans les fuſils à vent, dans diverſes pompes propres à cet effet, l'air conſerve toujours ſa fluidité. Le rapprochement des parties que la compreſſion occaſionne, & qui eſt proportionnel aux forces comprimantes qu'on emploie, quelque grandes qu'elles aient été juſqu'ici, n'a jamais pu faire ceſſer la fluidité de l'air. Le temps qu'a duré cette compreſſion, quoique conſidérable, ne l'a en aucune manière pu altérer. Roberval, après avoir condenſé de l'air, & l'avoir conſervé dans cet état pendant quinze ans, ne trouva pas qu'il en fût moins fluide.

Avec quelques ſubſtances qu'on mêle & qu'on combine l'air, que ces matières ſoient ſolides ou fluides, l'air conſerve toujours ſa fluidité. Ni la diverſité des eſpèces, ni la quantité des doſes ne ſont capables d'altérer cette qualité.

[Comme l'*air* eſt un fluide, il preſſe dans toutes ſortes de directions avec la même force, c'eſt-à-dire, en haut, en bas, latéralement, obliquement, ainſi que l'expérience le démontre dans tous les fluides. On prouve que la preſſion latérale de l'*air* eſt égale à la preſſion perpendiculaire, par l'expérience ſuivante, qui eſt de M. Mariotte. On prend une bouteille haute, percée vers ſon milieu d'un petit trou; lorſque cette bouteille eſt pleine d'eau, on y plonge un tuyau de verre ouvert de chaque côté, dont l'extrémité inférieure deſcend plus bas que le petit trou fait à la bouteille. On bouche le col de la bouteille avec de la cire ou de la poix, dont on a ſoin de bien envelopper le tuyau, enſorte qu'il ne puiſſe point du tout entrer d'*air* entre le tuyau & le col: lors donc que le tuyau ſe trouve rempli d'eau, & que le trou latéral de la bouteille vient à s'ouvrir, l'eau s'écoule en partie du tuyau, mais elle s'arrête proche de l'extrémité inférieure du tuyau à la hauteur du trou, & toute la bouteille reſte pleine. Or, ſi la preſſion perpendiculaire de l'*air* l'emportoit ſur la preſſion latérale, toute l'eau devroit être pouſſée hors du tuyau, & ne manqueroit pas de s'écouler; c'eſt pourtant ce qui n'arrive pas, parce que l'*air* preſſe latéralement avec tant de force contre le trou, que l'eau ne ſe peut échapper de la bouteille.]

Quelle eſt la cauſe de la fluidité de l'air? il y en a qui prétendent, avec Deſcartes, que cette qualité dépend d'un mouvement continuel & inteſtin

des parties; ainsi, dit-on, dans une chambre obscure où les représentations des objets extérieurs ne sont introduites que par un seul rayon, on voit les corpuscules dont l'air est rempli, dans une fluctuation perpétuelle; & les meilleurs thermomètres ne sont jamais dans un repos parfait.

D'autres physiciens attribuent la cause de la fluidité de l'air, au feu qui y est contenu, sans lequel toute l'atmosphère, selon eux, se durciroit en une masse solide & impénétrable; plus, ajoutent-ils, le degré de feu y est considérable, plus il est fluide, mobile & perméable; & selon que les différentes positions du soleil augmentent ou diminuent ce degré de feu, l'air en reçoit toujours une température proportionnée: c'est, sans doute, en grande partie, ce qui fait que sur le sommet des plus hautes montagnes, les sensations de l'ouie, de l'odorat & les autres, se trouvent plus foibles.

Cette fluidité constante de l'air lui vient donc probablement du feu ou calorique (*Voyez* FLUIDITÉ); car il est très-vraisemblable que la privation absolue du feu, ou du moins une privation beaucoup plus grande que celle qui nous est connue, est seule capable de congeler l'air. Mais il est nécessaire de faire dépendre aussi la congélation des fluides en général, de la configuration des parties dont l'attraction réciproque est toujours en raison du contact, puisque tous les fluides & liquides ne se gélent pas à un même degré de froid, c'est à-dire, au même degré de privation de feu. L'huile, l'eau, l'esprit-de-vin & le mercure, par exemple, exigent des degrés de froid progressivement plus grands pour se geler. Il en est, sans contredit de même de la substance de l'air.

Les particules de l'air ont une grande ténuité, puisqu'elles pénètrent dans des espaces très-peu étendus, dans des pores d'une très-grande exiguité. Par le moyen de la machine pneumatique, on fait sortir l'air de l'intérieur de la substance de différens corps. *Voyez* POROSITÉ.

Il y a cependant des corps qui sont imperméables pour l'air; tel est, par exemple, le verre & toutes les substances analogues. Si l'air pouvoit pénétrer le verre, jamais on ne feroit le vide sous un récipient de verre. Il en est de même des métaux & demi-métaux, des pierres denses, des vessies, &c.; car des récipiens de ces matières peuvent être employés pour faire le vide. Il y a même des substances que l'eau pénètre, & qui sont imperméables à l'air.

On ignore quelle est la figure particulière des molécules de l'air; on ne peut pas faire même des conjectures fondées sur cet objet. Descartes a prétendu que les molécules de l'air étoient rameuses & branchues; quelques-uns ont pensé qu'elles étoient de figure spirale, comme des ressorts de fil-de-fer à boudin; d'autres ont cru qu'elles étoient cylindriques ou ellipsoïdes, &c. plusieurs, comme de petits tourbillons, &c.; mais on ne peut apporter aucune preuve de ces différentes hypothèses sur lesquelles le vrai physicien ne doit point s'arrêter.

III. *La pesanteur de l'air.* Il est étonnant que la pesanteur ou gravité de l'air ait été méconnue par les anciens & pendant tant de siècles. On pensoit que l'air étoit essentiellement léger, parce qu'il s'élevoit au-dessus des autres fluides. En vain Aristote objectoit-il, contre le préjugé commun, qu'une vessie pleine d'air étoit plus pesante que lorsqu'elle étoit vuide; on aima mieux attribuer cet excès de poids aux vapeurs & aux exhalaisons contenues dans la masse de l'air, qu'à l'air lui-même. L'air pur & sec n'avoit, disoit-on, aucune pesanteur. Un grand nombre d'effets palpables, une multitude d'expériences décisives, frappoient tous les yeux; mais on préféra de les attribuer à des qualités occultes plutôt qu'à la pesanteur de l'air. Si, après l'élévation du piston dans une pompe aspirante, on voyoit monter l'eau, on disoit que cet effet venoit de l'horreur que la nature avoit pour le vuide.

Un fontainier du grand duc de Toscane, ayant voulu élever l'eau par le moyen d'une pompe à une hauteur considérable, fut fort surpris de n'avoir pas réussi, tandis qu'il avoit eu constamment des succès en l'élevant à des hauteurs moindres que 32 pieds. Il alla consulter un des plus célèbres physiciens de ce temps, Galilée, qui étoit alors à Florence. Cet illustre philosophe, embarrassé de la question, lui répondit que la nature n'avoit horreur du vuide que jusqu'à 32 pieds; mais, peu satisfait de cette prétendue solution, il soupçonna bientôt, après plusieurs réflexions, que cet effet venoit d'une cause mécanique extérieure; mais la mort l'empêcha de terminer ses recherches sur ce point. *Toricelli*, son disciple, à qui on pense qu'il avoit communiqué son idée, fut plus heureux. Il prit un tube de verre, de quatre pieds environ de longueur, fermé hermétiquement par une extrémité, & ouvert par l'autre. Il le remplit de mercure, boucha avec le doigt l'orifice ouvert, retourna le tube, & le plongea perpendiculairement dans un petit vase plein de mercure. Ayant ensuite ôté le doigt, il vit une partie du mercure descendre, & le reste se soutenir en équilibre dans le tube, à la hauteur de 27 pouces & demi.

Cette expérience faite en 1643, fut le fruit des réflexions; car si une cause mécanique extérieure, par exemple, la pesanteur de l'air soupçonnée, est la cause qui tient suspendue l'eau à 32 pieds de hauteur dans les pompes aspirantes, elle ne doit pas soutenir, à une si grande élévation, un fluide plus pesant que l'eau, tel qu'est le mercure: celui-ci devoit être d'autant moins élevé, qu'il est plus pesant que l'eau; & si le mercure est, comme l'expérience le prouve, quatorze fois environ plus pesant que l'eau, il doit être élevé quatorze fois moins haut. Alors la même

cause, savoir, la pesanteur de l'air produira ces deux effets qui seront équivalemment le même, puisqu'une colonne de mercure de 27 pouces $\frac{1}{2}$, est égale au poids d'une autre colonne d'eau de même base, & de 32 pieds de hauteur environ; car 14, multipliés par 27 pouces $\frac{1}{2}$, donnent un produit de 385 pouces, qui font 32 pieds et $\frac{1}{12}$ que nous négligeons ici, parce que le rapport du poids du mercure à celui de l'eau, n'est pas tout à fait comme 14 est à 1, ainsi que nous le dirons ailleurs; mais ici il étoit à propos de former un nombre rond. Ce raisonnement est évident, d'après les lois de cette partie de l'hydrostatique qui traite de l'équilibre des liqueurs hétérogènes. L'expérience le confirme; il n'est donc plus permis de douter de la pesanteur de l'air & de son influence sur plusieurs effets que les anciens avoient ridiculement attribué à l'horreur de la nature pour le vuide. *Voyez* BAROMETRE.

A peine cette expérience de TORICELLI eut-elle été faite, que le pere MERSENNE, célèbre minime de Paris, chez qui tous les savans se réunissoient souvent, s'empressa de la faire connoître par toute la France en 1744. L'explication de cette expérience fût contestée par quelques savans de Rouen, qui objectèrent que le haut du tube de Toricelli étoit rempli par des esprits évaporés du mercure, & qu'ainsi l'horreur du vuide subsistoit toujours. M. Pascal, qui avoit été instruit de l'expérience de Toricelli par M. Petit, intendant des certifications, qui l'avoit apprise du père Mersenne; M. Pascal résolut de convaincre ces mauvais physiciens par leurs propres principes. Pour cet effet, il fit attacher à un mât deux tubes de verre, comme celui de Toricelli, mais de 40 pieds de hauteur; l'un fut rempli de vin & l'autre d'eau. Tous les deux furent de même retournés & plongés ensuite, chacun dans un vase plein de sa longueur respective. L'eau resta suspendue à 31 pieds 1 pouce 4 lignes, & le vin à 33 pieds 3 pouces: on changea ensuite les liqueurs de tubes, & il n'y eut aucun changement dans les élévations des liqueurs, qui furent constamment les mêmes. Cette expérience fut faite, en 1646, sur la place de la vénerie de Rouen, en présence des savans de cette ville, qui étoient encore restés attachés à la doctrine péripatéticienne, & elle les réduisit au silence: car, selon les principes, le vin ayant plus d'esprits que l'eau, devoit laisser au haut du tube un plus grand espace que l'eau, ce qui fut démenti par l'expérience; le vin étant plus leger, monta au contraire plus haut pour compenser, par l'excès de sa hauteur, le défaut de son poids relatif, plus petit que celui de l'eau. Par la même raison, l'eau de-vie, l'esprit de vin, l'éther, se seroient élevés plus haut que le vin, en raison de leur legéreté respective.

M. Perrier, encouragé par ses succès, se détermina bientôt à faire des observations jour par jour, depuis le commencement de l'année 1649, jusqu'au dernier mars 1651, dans la ville de Clermont, afin d'examiner si la diversité de la température, dans différens lieux & dans le même endroit, produisoit des variations dans les élévations ou abaissemens du mercure. Pour cet effet, il laissa en expérience continuelle un tube de Toricelli dans son cabinet, & le consulta: il tint compte chaque jour, le matin, à midi & le soir, des différences qu'il appercevoit au moyen des divisions en pouces & en lignes qu'il avoit faites à son tube. Il engagea un de ses amis, à Paris, à s'occuper des mêmes observations: il écrivit à M. Chanu, ambassadeur de France, en Suède, pour qu'il lui communiquât les expériences de ce genre, que Descartes faisoit avec lui à Stockolm, & leur envoya le résultat de ses observations.

De ces différentes observations comparées entre elles, M. Perrier pensa qu'on pouvoit conclure, avec quelque certitude, cette règle générale; que le mercure s'élève toutes les fois que ces deux choses arrivent ensemble, savoir, que le temps se refroidit, & qu'il se charge ou se couvre; & qu'il s'abaisse, au contraire, toutes les fois que ces deux choses arrivent ensemble, que le temps devient plus chaud, & qu'il se décharge par la pluie ou par la neige. Mais quand il ne se rencontre qu'une de ces deux choses, par exemple, que le temps seulement se refroidit & qu'il ne se couvre point, il peut bien arriver que le vif argent ne se hausse pas, quoique le froid le fasse hausser d'ordinaire, parce qu'il se rencontre une qualité en l'air, comme de la pluie ou de la neige, qui produit un effet contraire; & en ce cas, celle des deux qualités du froid ou de la neige qui prévaut, l'emporte. M. Chanut avoit conjecturé, par ses premières observations, que c'étoit les vents régnans qui causoient ces divers changemens.

L'expérience du Puy-de-Dôme étant une des plus importantes qu'il y ait sur cette matière, nous avons cru à propos de remonter aux sources mêmes, d'en donner un détail circonstancié, bien persuadé de l'intérêt qu'il inspirera aux vrais physiciens. Nous ne passerons point ici, sous silence, la réclamation, qu'on a faite depuis peu, en faveur de Jean Rey, à qui on a attribué la première découverte de la pesanteur de l'air. Cet auteur, qui écrivoit en 1629, antérieurement à Galilée, à Toricelli, Descartes & Pascal, a reconnu & prouvé la pesanteur & l'élasticité de l'air. Voyez son essai quatrième, & sur-tout l'essai dixième, où il cite l'exemple de l'air comprimé qui augmente de poids. Il nous paroît seulement que Jean Rey a été persuadé de la pesanteur de l'air, comme Aristote & quelques autres l'avoient été avant lui; que les preuves qu'on en apportoit, quoique bonnes en elles-mêmes, n'étoient pas capables de convaincre l'incrédulité péripatéticienne. Ainsi les brillantes preuves, données par Toricelli, Descartes, Pascal, Perrier, &c., doivent leur assurer l'honneur de la découverte. *Voyez*, au mot PESANTEUR, l'article pesanteur de l'air. *Voyez* encore PNEUMATIQUE, MACHINE PNEUMATIQUE.

Pascal fit encore une autre expérience « avec un tube de verre de 46 pieds de haut, ouvert par un bout, & scellé hermétiquement par l'autre qu'il remplit d'eau, ou plutôt de vin rouge, pour être plus visible ; & l'ayant fait élever en cet état, en bouchant l'ouverture, & poser perpendiculairement à l'horison, l'ouverture en-bas étant dans un vaisseau plein d'eau, & enfoncée dedans environ d'un pied, en la débouchant le vin du tuyau descendoit jusqu'à la hauteur d'environ trente-deux pieds, depuis la surface de l'eau du vaisseau, à laquelle il demeuroit suspendu, laissant au haut du tuyau un espace de treize pieds vide en apparence : & en inclinant le tuyau ; comme alors la hauteur du vin du tuyau devenoit moindre par cette inclination, le vin remontoit jusqu'à ce qu'il vînt à la hauteur de trente-deux pieds : & enfin, en l'inclinant jusqu'à la hauteur de trente-deux pieds, il se remplissoit entièrement, en ressuçant ainsi autant d'eau qu'il avoit rejeté de vin ; ensorte qu'on le voyoit plein de vin, depuis le haut jusqu'à treize pieds près du bas, & rempli d'eau dans les treize pieds inférieurs, parce que l'eau est plus pesante que le vin. »

Mais une des preuves les plus décisives de la pesanteur de l'air, fut l'expérience fameuse du Puy-de-Dôme, dont Descartes donna l'idée à Pascal, comme il l'atteste dans une lettre écrite le 11 juin à M. Cascavi, pour lui en demander le succès. Il s'y plaint de ce que Pascal ne l'a pas informé lui-même de sa tentative sur les montagnes d'Auvergne, dont il dit lui avoir fourni l'idée deux ans auparavant, en l'assurant d'avance que le mercure baisseroit dans le baromètre, à mesure qu'on s'éleveroit sur une montagne. Descartes attribue ce silence de Pascal aux liaisons de celui-ci avec M. de Roberval, son antagoniste (*R. Descartes Epistolæ. Ep. 67*).

Pascal, étant à Paris, écrivit à M. Perrier, son beau-frère, conseiller en la cour des aides de Clermont en Auvergne, pour le prier de faire cette expérience. Dans cette lettre, datée du 15 novembre 1647, il lui parle de cette épreuve, comme pouvant seule suffire pour donner la lumière qu'on cherche, si elle peut être exécutée avec justesse. « C'est de faire, dit-il, l'expérience ordinaire du vide plusieurs fois en même jour, dans un même tuyau, avec le même vif-argent, tantôt au bas & tantôt au sommet d'une montagne élevée, pour le moins, de cinq ou six cents toises, pour éprouver si la hauteur du vif-argent suspendu dans le tuyau, se trouvera pareille ou différente dans ces deux situations. Vous voyez déja sans doute que cette expérience est décisive de la question, & que s'il arrive que la hauteur du vif-argent soit moindre au haut qu'au bas de la montagne (comme j'ai beaucoup de raisons pour le croire, quoique tous ceux qui ont médité sur cette matière soient contraires à ce sentiment), il s'ensuivra nécessairement que la pesanteur & pression de l'air sont les seules causes de cette suspension du vif-argent, & non pas l'horreur du vide, puisqu'il est bien certain qu'il y a beaucoup plus d'air qui pèse sur le pied de la montagne, que non pas sur le sommet, au lieu qu'on ne sauroit pas dire que la nature abhorre le vide, au pied de la montagne, plus que sur son sommet. »

M. Perrier étant à Moulins, ne put exécuter cette expérience que l'année suivante, le 19 septembre 1648. On la commença sur les huit heures du matin, dans le jardin des minimes, qui est le lieu le plus bas de la ville de Clermont. Premièrement on versa dans un vase seize livres de mercure rectifié, & on en remplit deux tubes de verre d'un égal diamètre, & longs de quatre pieds chacun, scellés hermétiquement par un bout. L'expérience de Toricelli ayant été faite, le mercure se trouva à la même hauteur dans les deux tubes, savoir, vingt-six pouces trois lignes & demie au-dessus du niveau de la superficie du mercure stagnant dans les vases où les tubes avoient été plongés. Le résultat fut encore le même, après avoir rechargé ces tubes avec le même vif-argent. Cela fait, on fixa un de ces deux tuyaux sur son vase, en expérience continuelle, & on marqua sur le verre la hauteur du mercure. Un observateur fut ensuite chargé d'examiner de moment en moment, pendant toute la journée, s'il y survenoit du changement.

M. Perrier, accompagné de plusieurs personnes instruites, prit l'autre tuyau & du mercure ; il alla ensuite au haut de la montagne du Puy-de-Dôme, élevée, au-dessus du jardin des minimes, d'environ cinq cents toises. Là, il fit les mêmes expériences, & le mercure ne fut trouvé se soutenir dans le tube, qu'à la hauteur de vingt-deux pouces trois lignes, tandis que, dans le jardin des minimes, il avoit resté à 26 pouces 3 $\frac{1}{2}$ lignes, la différence étant de 3 pouces 1 $\frac{1}{2}$ ligne. Cette expérience fut répétée avec le même succès, pendant cinq fois, à divers endroits de la montagne, ayant à chaque fois purgé très-soigneusement d'air le tuyau.

En descendant de la montagne, M. Perrier refit en chemin la même expérience, toujours avec le même tube, le même vif-argent ; &, dans cet endroit intermédiaire, appelé *Lafon-de-l'arbre*, il trouva le mercure suspendu à 25 pouces. Etant revenu aux minimes, on vit le mercure du tube qui avoit été laissé en expérience à la même hauteur où il étoit lors du départ, savoir 26 pouces 3$\frac{1}{2}$ lignes ; & l'observateur, qui avoit continuellement demeuré à cette station, certifia qu'il n'étoit survenu aucun changement pendant toute la journée. L'expérience fut encore faite de nouveau avec le tube qui avoit été transporté au sommet de la

montagne, & le mercure resta en équilibre à la même hauteur.

Le lendemain, on fit l'expérience de Toricelli, au bas de la tour de Notre-Dame, lieu le plus élevé de la ville, & de six ou sept toises plus haut que le jardin des minimes, le mercure se soutint à 26 pouces 3 lignes. Ensuite on la fit sur le haut de la même tour, élevé par-dessus son pied de 20 toises; on y trouva le vif-argent à la hauteur d'environ 26 pouces une ligne.

M. Pascal, instruit du résultat de ces expériences, qui avoient été faites avec beaucoup d'exactitude & d'intelligence par M. Perrier, très-versé dans les matières de physique, répéta à Paris les dernières. Ayant rempli un tube de Toricelli avec du mercure, en la manière ordinaire, il trouva au haut & au bas de la tour de Saint-Jacques-la-Boucherie, haute de 24 à 25 toises, plus de 2 lignes de différence, à la hauteur du mercure. Il fit ensuite cette expérience dans une maison particulière, élevée de 90 marches, & il observa très-sensiblement ½ ligne de différence, ce qui étoit entièrement conforme aux résultats des expériences que M. Perrier fit à Clermont. On peut voir le mot ATMOSPHÈRE; *atmosphère terrestre; poids de l'atmosphère.*

[Cette propriété de l'*air* est peut-être une suite de ce qu'il est une substance corporelle; la pesanteur étant ou une propriété essentielle de la matière, ou du moins une propriété qui se rencontre dans tous les corps. *Voyez* ATTRACTION, PESANTEUR, GRAVITÉ.

Nous avons une infinité de preuves de cette propriété par les expériences. La pesanteur de l'*air* paroît d'abord en ce qu'il n'abandonne point le centre de la terre. Si on pompe l'*air* d'un verre, & qu'on ouvre ensuite ce verre en-haut, l'*air* se précipitera sur le champ dans le verre par l'ouverture, & le remplira. Toutes les expériences de la machine pneumatique prouvent cette qualité de l'*air*. *Voyez* PNEUMATIQUE. Qu'on applique la main sur l'orifice d'un vaisseau vuide d'*air*, on sent bien-tôt le poids de l'atmosphère qui la comprime. Des vaisseaux de verre dont on a pompé l'*air*, sont aisément brisés par la pesanteur de l'*air* qui les comprime en dehors. Si l'on joint bien exactement deux moitiés d'une sphère creuse, & qu'on en pompe l'air, elles seront pressées l'une contre l'autre par le poids de l'air voisin, avec une force égale à celle d'un poids de cent livres.

Lorsqu'on pose sur un récipient de machine pneumatique un disque mince & plat de plomb ou de verre, & qu'on pompe ensuite l'air du récipient, l'air extérieur presse alors par sa pesanteur le disque de plomb dans le récipient, où il brise en pièces avec beaucoup de violence le verre en le poussant en dedans. Si on enveloppe un cylindre ouvert par en-haut, d'une vessie de cochon bien mince, dès qu'on aura pompé l'air de ce cylindre, la vessie sera déchirée avec beaucoup de violence. Lorsqu'on pose sur la plaque de la machine pneumatique des verres ou vases sphériques dont on pompe l'air, ils se trouvent d'abord pressés avec beaucoup de force contre cette plaque, par la pesanteur de l'air extérieur qui les comprime; de sorte qu'on ne peut les en retirer ensuite qu'avec beaucoup de force.

Autre expérience: Prenez un tuyau fermé par un bout, emplissez-le de mercure, plongez-le par le bout ouvert dans un bassin plein du même fluide, & le tenez droit; le mercure sera suspendu dans le tuyau à la hauteur d'environ 27 à 28 pouces, au-dessus de la surface du mercure qui est dans le bassin. La raison de cette suspension est, que le mercure du tuyau ne sauroit descendre plus bas, sans faire monter celui qui est dans le bassin, lequel étant pressé par le poids de l'atmosphère qu'il supporte, ne permet pas à celui du tuyau de descendre, à moins que le poids de ce dernier n'excède celui de l'air qui presse sur le bassin. Ce qui prouve que c'est-là la cause de cette suspension, c'est que si l'on met le bassin & le tuyau sous le récipient de la machine pneumatique, à mesure que l'on pompera l'air, le mercure du tuyau baissera; & réciproquement à mesure que l'on laissera rentrer l'air, le mercure remontera à sa première hauteur. C'est-là ce qu'on appelle l'*expérience de Toricelli*, ainsi qu'on l'a vu précédemment.

C'est aussi à la pesanteur de l'air qu'on doit attribuer l'effet des pompes. Car supposons un tuyau de verre ouvert de chaque côté, & qu'on pousse dedans jusqu'en bas un piston attaché à un manche, qu'on mette ce tuyau dans un petit bassin de mercure, & qu'on tire le piston en haut; qu'en arrivera-t-il? Comme il n'y a pas d'air & par conséquent point de résistance ni aucune cause qui agisse par la pression, entre le piston & le mercure qui est dans le petit bassin, placé à l'ouverture du tuyau, il faut que le mercure du bassin étant pressé par l'air supérieur & extérieur, monte dans le tuyau & suive le piston; & lorsque le piston est arrivé à la hauteur de 28 pouces environ, & qu'on continue de le tirer, il faut que le mercure abandonne le piston, & qu'il reste suspendu dans le tuyau, à la hauteur de 28 pouces. Car le poids de l'air extérieur n'a pas la force de l'élever davantage. Si on prend de l'eau au lieu du mercure, comme elle est environ 14 fois plus légère, l'air la fera aussi monter plus haut, c'est-à-dire jusqu'à environ 32 pieds.

L'action des enfans qui tètent ne diffère pas beaucoup de celle d'une pompe; car un enfant qui tète, avale l'air qui est dans sa bouche; il bouche les narines par-derrière dans le gosier, & prend le mammelon qu'il serre tout autour avec ses lèvres. Il gonfle ensuite ses joues & produit de cette manière un vuide dans sa bouche. L'air presse par sa pesanteur sur les mammelles, & pousse le lait vers le mammelon, & de-là dans la bouche.

On peut aussi expliquer l'action des ventouses par

le même principe. Car la partie de la peau qui est enfermée sous la ventouse, se trouve sous un vase dont on a pompé l'air; desorte que les humeurs du corps sont poussées vers cette partie par l'action de l'air extérieur : ce qui fait que la peau & ses vaisseaux se gonflent & se lèvent sous la ventouse. *Mussch.*

Enfin on peut peser l'air; car si l'on met un vaisseau plein d'air commun dans une balance bien juste, on le trouvera plus pesant que si l'air en avoit été retiré; & le poids sera encore bien plus sensible, si l'on pèse ce même vaisseau rempli d'air condensé sous un récipient d'où on aura pompé l'air. *Voyez* BALANCE HYDROSTATIQUE.

Quelques personnes douteront peut-être que l'air soit pesant de lui-même, & croiront que sa pesanteur peut venir des vapeurs & des exhalaisons dont il est rempli. Il n'y a aucun lieu de douter que la pesanteur de l'air ne dépende effectivement en partie des vapeurs, comme on peut l'expérimenter, en prenant une boule de verre pleine d'air, qu'on pompera ensuite fort exactement. Pour cet effet, on mettra en haut sur l'ouverture par laquelle l'air devra rentrer dans la boule, un entonnoir fait exprès, qui aura une cloison percée de petits trous; on mettra ensuite dessus de la potasse fort sèche, ou du sel de tartre, & on laissera entrer l'air lentement à-travers ces sels dans la boule. On attendra assez long-temps, afin que la boule se remplisse d'air, & qu'elle ne se trouve pas plus chaude que l'air extérieur, en cas qu'il puisse s'échauffer par quelque fermentation en passant à travers des sels. Si l'air de l'atmosphère est sec, on trouve que l'air qui avoit auparavant rempli la boule, étoit de même pesanteur que celui qui y est entré en traversant les sels; & s'il fait un temps humide, on trouvera que l'air qui a passé à travers les sels, est plus léger que celui qui auparavant avoit rempli la boule. Mais quoique cette expérience prouve que la pesanteur de l'air dépende en partie des vapeurs qui y nagent, on ne peut s'empêcher de reconnoître que l'air est pesant de lui-même; car autrement il ne seroit pas possible de concevoir comment les nuées qui pèsent beaucoup pourroient y rester suspendues, ne faisant le plus souvent que flotter dans l'air avec lequel elles sont en équilibre. Otez cet équilibre, & vous les verrez bien-tôt se précipiter en bas. *Mussch.*

Le poids de l'*air* varie perpétuellement, selon les différens dégrés de chaleur & de froid. Riccioli estime que sa pesanteur est à celle de l'eau, comme un est à 1000: Mersenne, comme un est à 1300, ou à 1356: Galilée, comme un est à 400: M. Boyle, par une expérience plus exacte, trouve ce rapport aux environs de Londres, comme 1 est à 938, & pense que tout bien considéré, la proportion de 1 à 1000 doit être regardée comme sa pesanteur respective moyenne; car on n'en sauroit fixer une précise, attendu que le poids de l'*air*, aussi bien que celui de l'eau même, varie à chaque instant: ajoutez que les mêmes expériences varient en différens pays, selon la différente hauteur des lieux, le plus ou le moins de densité de l'*air*, qui résulte de cette différente hauteur. Boyle, *Phys. mécan. expér.*

Il faut ajouter cependant que par des expériences faites depuis en présence de la société royale de Londres, la proportion du poids de l'*air* à celui de l'eau s'est trouvée être de 1 à 840, dans une expérience postérieure, comme 1 est à 852; & dans une troisième, comme un est à 890, *Phil. Transf. n°* 181, & enfin en dernier lieu, par une expérience fort simple & fort exacte, faite par M. Hawksbée, comme 1 est à 885. *Phys. mec. expér.* Mais toutes ces expériences ayant été faites en été, le docteur Jurin est d'avis qu'il faut choisir un tems entre le froid & le chaud, & qu'alors la proportion de la pesanteur de l'*air* à celle de l'eau sera de 1 à 800.

M. Musschembroeck dit avoir quelquefois trouvé que la pesanteur de l'*air* étoit à celle de l'eau, comme 1 à 606, lorsque l'air étoit fort pesant. Il ajoute qu'en faisant cette expérience en différentes années & dans des saisons différentes, il a observé une différence continuelle dans cette proportion de pesanteur; de sorte que, suivant les expériences faites en divers endroits de l'Europe, il croit que le rapport de la pesanteur de l'*air* à celle de l'eau, doit être réduit à certaines bornes, qui sont comme 1 à 606, & delà jusqu'à 1000. *Voyez* PESANTEUR, SPECIFIQUE DE L'AIR.

L'*air* une fois reconnu pesant & fluide, les lois de sa gravitation & de sa pression doivent être les mêmes que celles des autres fluides; & conséquemment sa pression doit être proportionnelle à sa hauteur perpendiculaire. *Voyez* FLUIDE.

D'ailleurs, cette conséquence est confirmée par les expériences. Car si l'on porte le tube de Torricelli en un lieu plus élevé, où par conséquent la colonne d'*air* sera plus courte, la colonne de mercure soutenue sera moins haute, & baissera d'un quart de pouce lorsqu'on aura porté le tube à cent pieds plus haut, & ainsi de cent pieds en cent pieds, à mesure qu'on montera.

De ce principe dépend la structure & l'usage du baromètre. *Voyez* BAROMETTRE.

De ce même principe, il s'ensuit aussi que l'*air*, comme tous les autres fluides, presse également de toutes parts. C'est ce que nous avons déjà démontré ci-dessus, & dont on voit encore la preuve, si l'on fait attention que les substances molles en soutiennent la pression, sans que leur forme en soit changée, & les corps fragiles sans être brisés, quoique la pression de la colonne d'*air* sur ces corps soit égale à celle d'une colonne de mercure de 30 pouces, ou d'une colonne d'eau de 32 pieds. Ce qui fait que la figure de ces corps n'est point altérée, c'est la pression égale de l'*air* qui fait qu'autant il presse d'un côté, autant il résiste du côté opposé. C'est pourquoi si l'on ôte ou si l'on diminue la pression seulement

d'un côté, l'effet de la pression sur le côté opposé se sentira bientôt.

De la gravité & la fluidité considérées conjointement, s'ensuivent plusieurs usages & plusieurs effets de l'*air*. 1°. Au moyen de ces deux qualités conjointes, il enveloppe la terre avec les corps qui sont dessus, les presse, & les unit avec une force considérable. Pour le prouver, nous observerons que dès qu'on connoît la pesanteur spécifique de l'*air*, on peut savoir d'abord combien pèse un pied-cube d'*air*; car si un pied-cube d'eau pèse 64 liv., un pied-cube d'*air* pesera environ la 800e partie de 64 livres : delà on pourra conclure quel est le poids d'une certaine quantité d'*air*. On peut aussi déterminer quelle est la force avec laquelle l'*air* comprime tous les corps terrestres : car il est évident que cette pression est la même que si tout notre globe étoit couvert d'eau à la hauteur de 32 pieds environ. Or, un pied-cube d'eau pesant 64 livres, 32 pieds pèseront 32 fois 64 livres, ou environ 2048 livres; & comme la surface de la terre contient à-peu-près 5547800000000000 pieds quarrés, il faudra prendre 2048 fois ce grand nombre pour avoir à-peu-près le poids réduit en livres avec lequel l'*air* comprime notre globe. Or, on voit aisément que l'effet d'une telle pression doit être fort considérable. Par exemple, elle empêche les vaisseaux artériels des plantes & des animaux d'être excessivement distendus par l'impétuosité des sucs qui y circulent, ou par la force élastique de l'*air* dont il y a une quantité considérable dans le sang. Ainsi nous ne devons plus être surpris que par l'application des ventouses, la pression de l'*air* étant diminuée sur une partie du corps, cette partie s'enfle; ce qui cause nécessairement un changement à la circulation des fluides dans les vaisseaux capillaires, *&c.*

Cette même cause empêche les fluides de transpirer & de s'échapper à travers les pores des vaisseaux qui les contiennent. C'est ce qu'éprouvent les voyageurs à mesure qu'ils montent des montagnes élevées : ils se sentent lâches de plus en plus à mesure qu'ils avancent vers le haut; & à la longue, il leur vient un crachement de sang ou d'autres hémorrhagies; & cela parce que l'air ne presse pas suffisamment sur les vaisseaux des poumons. On voit la même chose arriver aux animaux enfermés sous le récipient de la machine pneumatique : à mesure qu'on en pompe l'air, ils s'enflent, vomissent, bavent, suent, lâchent leur urine & leurs autres excrémens, &c. *Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE.

2°. C'est à ces deux mêmes qualités de l'air, la pesanteur & la fluidité, qu'est dû le mélange des corps contigus les uns aux autres, & singulièrement des fluides. Ainsi plusieurs liquides, comme les huiles & les sels qui dans l'air se mêlent promptement & d'eux-mêmes, ne se mêleront point s'ils sont dans le vide.

3°. En conséquence de ces deux même qualités, l'air détermine l'action d'un corps sur un autre. Ainsi le feu qui brûle du bois s'éteint, & la flamme se dissipe si l'on retire l'air, parce qu'alors il n'y a plus rien qui puisse appliquer les corpuscules du feu contre ceux de la substance combustible, & empêcher la dissipation de la flamme. La même chose arrive à l'or en dissolution dans l'eau régale. Ce menstrue cesse d'agir sur le métal dès qu'on a retiré l'air; & c'est en conséquence de cette faculté déterminante de l'air, que Papin a imaginé le *digestoire* qui porte son nom. *Voyez* DIGESTEUR.

C'est aussi pour cela que sur les sommets des plus hautes montagnes, comme sur le pic de Ténériffe, les substances qui ont le plus de saveur, comme le poivre, le gingembre, le sel, l'esprit-de-vin, sont presque insipides; car, faute d'un agent suffisant qui applique leurs particules sur la langue, & qui les fasse entrer dans ses pores, elles sont chassées & dissipées par la chaleur même de la bouche. La seule substance qui y retienne sa saveur, est le vin de Canarie; ce qui vient de sa qualité onctueuse qui le fait adhérer fortement au palais, & empêche qu'il n'en puisse être écarté aisément.

Ce même principe de gravité produit aussi en partie les vents, qui ne sont autre chose qu'un air mis en mouvement par quelque altération dans son équilibre. *Voyez* VENT.

IV. Une autre qualité de l'air d'où résultent un grand nombre de ses effets, & dont nous avons déja parlé, est son *élasticité*, par laquelle il cède à l'impression des autres corps, en rétrécissant son volume, & se rétablit ensuite dans la même forme & la même étendue, en écartant ou affoiblissant la cause qui l'avoit resserré. Cette force élastique est une des propriétés distinctives de l'air; les deux autres propriétés, dont nous avons parlé plus haut, lui étant communes avec les autres fluides.

Une infinité de preuves nous convainquent que l'air a cette faculté. Si, par exemple, on presse avec la main une vessie soufflée, on trouve une résistance sensible dans l'air qui y est enfermé; & si l'on cesse de la comprimer, la partie qui étoit comprimée se tend & se remplit aussitôt.

C'est de cette propriété de l'air que dépend la structure & l'usage de la machine pneumatique. *Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE.

Chaque particule d'air fait un continuel effort pour se dilater, & ainsi lutte contre les particules voisines qui en font aussi un semblable; mais si la résistance vient à cesser ou à s'affoiblir, à l'instant la particule dégagée se raréfie prodigieusement. C'est ce qui fait que si l'on enferme, sous le récipient de la machine pneumatique de petites balles de verre minces, ou des vessies pleines d'air & bien fermées, & qu'ensuite on pompe l'air, elles y crèvent par la force de l'air qu'elles contiennent. Si l'on met sous le récipient une vessie toute flasque,

qui ne contienne que très-peu d'air, lorsqu'on vient à pomper l'air, elle s'y enfle & paroît toute pleine. La même chose arrivera si l'on porte une vessie flasque sur le sommet d'une haute montagne.

Cette même expérience fait voir d'une manière évidente, que l'élasticité des corps solides est fort différente de la vertu élastique de l'*air*, & que les corps solides & élastiques se dilatent tout autrement que l'*air*. En effet, lorsque l'*air* cesse d'être comprimé, non-seulement il se dilate, mais il occupe alors un plus grand espace, & reparoît sous un plus grand volume qu'auparavant; ce qu'on ne remarque pas dans les corps solides & élastiques, qui reprennent seulement la figure qu'ils avoient avant que d'être comprimés.

L'*air* tel qu'il est tout proche de notre globe, se raréfie de telle manière que son volume est toujours en raison inverse des poids qui le compriment, c'est-à-dire, que si l'*air* pressé par un certain poids occupe un certain espace, ce même *air* pressé par un poids qui ne soit que la moitié du précédent, occupera un espace double de celui qu'il occupoit dans le premier cas. M. Boyle & M. Mariotte ont établi cette règle par des expériences. La même règle a lieu lorsqu'on comprime l'*air*, comme M. Mariotte l'a fait voir aussi. Cependant il ne faut pas regarder cette règle comme parfaitement exacte; car, en comprimant l'*air* bien fortement, & le réduisant à un volume quatre fois plus petit, l'effet ne répond plus à la règle donnée par M. Mariotte; cet *air* commence alors à faire plus de résistance, & a besoin, pour être comprimé davantage, d'un poids plus grand que la règle ne l'exige. En effet, pour peu qu'on y fasse attention, on verra qu'il est impossible que la règle soit exactement vraie: car, lorsque l'*air* sera si fort comprimé que toutes ses parties se toucheront & ne formeront qu'une seule masse solide, il n'y aura plus moyen de comprimer davantage cette masse, puisque les corps sont impénétrables. Il n'est pas moins évident que l'*air* ne sauroit se raréfier à l'infini, & que sa raréfaction a des bornes; d'où il s'ensuit que la règle des raréfactions en raison inverse des poids comprimans, n'est pas non plus entièrement exacte; car il faudroit, suivant cette règle, qu'à un dégré quelconque de raréfaction de l'*air*, on trouvât un poids correspondant qui empêcheroit cette raréfaction d'être plus grande. Or, lorsque l'*air* est raréfié le plus qu'il est possible, il n'est alors chargé d'aucun poids, & il occupe cependant un certain espace.

On ne sauroit assigner des bornes précises à l'élasticité de l'*air*, ni la détruire ou altérer aucunement. M. Boyle a fait plusieurs expériences, pour voir s'il pourroit affoiblir le ressort d'un *air* extrêmement raréfié dans la machine pneumatique, en le tenant long-temps comprimé par un poids dont il est étonnant qu'il soutînt la force pendant un seul instant; & après tout ce temps, il n'a point vu de diminution sensible dans son élasticité. M. de Roberval ayant laissé un fusil à vent chargé pendant seize ans d'*air* condensé, cet *air* mis enfin en liberté, poussa une balle avec autant de force qu'auroit pu faire un *air* tout récemment condensé.

Cependant M. Hawksbée a prétendu prouver par une expérience qu'il a faite depuis, que le ressort de l'*air* peut être tellement dérangé par une violente pression, qu'il ne puisse plus se rétablir qu'au bout de quelque temps. Il prit pour cet effet un vaisseau de cuivre bien fort, dans lequel il versa d'abord une demi-pinte d'eau; il y comprima ensuite trois ou quatre fois plus d'*air* qu'il n'y en avoit eu auparavant: une heure après il ouvrit le vase, & en laissa sortir l'*air* en y serrant avec une vis un tuyau ouvert dont l'un des bouts étoit plongé dans l'eau: il trouva, peu de temps après, que l'eau s'étoit élevée d'un pied dans le tuyau, & qu'elle venoit jusqu'à la hauteur de 16 pouces. Il conclut de-là, que la force élastique de l'*air* avoit été affoiblie pendant quelque-temps; car si elle fût restée la même qu'elle étoit auparavant, tout l'*air* n'eût pas manqué de s'échapper du vase après qu'il eût été ouvert; d'où il s'ensuit, selon M. Hawksbée, que cet *air* étant resté dans le vase, il s'y étoit ensuite raréfié, & avoit fait monter l'eau dans le tuyau. Cependant, on pourroit soupçonner qu'il seroit peut-être entré une plus grande quantité d'*air* dans l'eau, parce que l'*air* qui reposoit dessus, se trouvoit trois ou quatre fois plus comprimé, & que l'*air* n'auroit été en état de se dégager de l'eau qu'après un certain temps; ensorte que celui qui avoit pu s'échapper librement, seroit en effet sorti du vase, tandis que celui qui avoit pénétré l'eau en trop grande quantité, auroit eu besoin de temps pour en sortir. M. Musschembroek ayant versé du mercure dans un tuyau de 8 pieds de long, dont un des bouts étoit recourbé, & ayant de cette manière comprimé l'*air* dans le bout recourbé, scella ensuite l'autre bout hermétiquement, & marqua le degré de chaleur que l'*air* avoit alors. Depuis ce temps, il dit avoit toujours observé que le mercure se tenoit à la même hauteur dans le tuyau, lorsque l'air avoit le même degré de chaleur qu'au commencement de l'expérience. Au contraire, lorsque l'air devenoit plus chaud, le mercure montoit dans le tuyau; d'où il paroîtroit s'ensuivre que la compression de l'air ne lui fait point perdre son élasticité. On ne sauroit cependant nier que l'air ne puisse perdre de sa force élastique, puisque M. Hales a prouvé que la chose étoit possible, en mettant le feu à du soufre dans un verre plein d'air; & peut-être y a-t-il un plus grand nombre d'exhalaisons qui produisent le même effet. *Mussch.*

Il est visible que le poids ou la pression de l'air ne dépend pas de son élasticité, & qu'il ne seroit ni plus ni moins pesant, quand il ne seroit pas élastique. Mais de ce qu'il est élastique, il s'ensuit qu'il doit être susceptible d'une pression qui le réduise à

un tel espace, que son élasticité qui réagit contre le poids qui le comprime, soit égale à ce poids.

En effet, la loi de l'élasticité est qu'elle augmente à proportion de la densité de l'air, & que sa densité augmente à proportion des forces qui le compriment. Or, il faut qu'il y ait une égalité entre l'action & la réaction; c'est-à-dire que la gravité de l'air qui opère sa compression, & l'élasticité de l'air qui le fait tendre à sa dilatation, soient égales. *Voyez* DENSITÉ, RÉACTION, *&c.*

Aussi l'élasticité augmentant ou diminuant généralement à proportion que la densité de l'air augmente ou diminue, c'est-à-dire, à proportion que l'espace entre ses particules diminue ou augmente, il n'importe que l'air soit comprimé & retenu dans un certain espace par le poids de l'atmosphère, ou par quelque autre cause; il suffit qu'il tende à se dilater avec une action égale à celle de la cause qui le comprime. C'est pourquoi si l'air voisin de la terre est enfermé dans un vaisseau, de manière qu'il n'ait plus du tout de communication avec l'air extérieur, la pression de cet air enfermé ne laissera pas d'être égale au poids de l'atmosphère. Aussi voyons-nous que l'air d'une chambre bien fermée soutient le mercure dans le baromètre, par sa force élastique, à la même hauteur que feroit le poids de l'atmosphère. *Voyez l'article* ÉLASTICITÉ.

Suivant ce principe, on peut par de certaines méthodes condenser l'air. *Voyez* CONDENSATION.

C'est sur ce même principe qu'est fondée la structure de l'arquebuse-à-vent. *Voyez* FUSIL-A-VENT.

L'air peut donc être condensé : mais jusqu'à quel point le peut-il être, ou à quel volume est il possible de le réduire en le comprimant? Nous n'en connoissons point encore les bornes. M. Boyle a trouvé le moyen de rendre l'air treize fois plus dense en le comprimant : d'autres prétendent l'avoir vu réduit à un volume soixante fois plus petit. M. Hales l'a rendu trente-huit fois plus dense à l'aide d'une presse, mais en faisant geler de l'eau dans une grenade ou boulet de fer, il a réduit l'air en un volume 1838 fois plus petit, de sorte qu'il doit avoir été plus de deux fois plus pesant que l'eau; ainsi comme l'eau ne peut être comprimée, il s'ensuit de-là que les parties aériennes doivent être d'une nature bien différente de celles de l'eau: car autrement on n'auroit pu réduire l'air qu'à un volume 800 fois plus petit; il auroit alors été précisément aussi dense que l'eau, & il auroit résisté à toutes sortes de pressions avec une force égale à celle que l'on remarque dans l'eau, *Mussch.*

M. Halley assure dans les *Transactions philosophiques*, en conséquence d'expériences faites à Londres, & d'autres faites à Florence dans l'académie *del Cimento*, qu'on peut en toute sûreté décider qu'il n'y a pas de force capable de réduire l'air à un espace 800 fois plus petit que celui qu'il occupe naturellement sur la surface de notre terre. Et M. Amontons combattant le sentiment de M. Halley, soutient *dans les mémoires de l'académie royale des sciences*, qu'on ne peut point assigner de bornes précises à la condensation de l'air; que plus on le chargera, plus on le condensera; qu'il n'est élastique qu'en vertu du feu qu'il contient; & que comme il est impossible d'en tirer tout le feu qui y est, il est également impossible de le condenser à un point au-delà duquel on ne puisse plus aller.

L'expérience que nous venons de rapporter de M. Hales, prouve du moins que l'air peut être plus condensé que ne l'a prétendu M. Halley. C'est à l'élasticité de l'air qu'on doit attribuer les effets de la fontaine de Hiéron, & de ces petits plongeons de verre, qui étant enfermés dans un vase plein d'eau, descendent au fond, remontent ensuite, & se tiennent suspendus au milieu de l'eau, se tournent & se meuvent comme on le veut. C'est encore à cette élasticité que l'on doit l'action des pompes à feu. *Voyez* FONTAINE & POMPES.

L'air, en vertu de sa force élastique, se dilate à un point qui est surprenant; le feu a la propriété de le raréfier considérablement. L'air produit par cette dilatation le même effet que si sa force élastique augmentoit; d'où il arrive qu'il fait effort pour s'étendre de tous côtés. Il se condense au contraire par le froid; de sorte qu'on diroit alors qu'il a perdu une partie de sa force élastique. On éprouve la force de l'air échauffé, lorsqu'on l'enferme dans une phiole mince, scellée hermétiquement, & qu'on met ensuite sur le feu; l'air se raréfie avec tant de force, qu'il met la phiole en pièces avec un bruit considérable. Si on tient sur le feu une vessie à demi soufflée, bien liée & bien fermée, non-seulement elle se gonflera par la raréfaction de l'air intérieur, mais même elle crevera. M. Amontons a trouvé que l'air rendu aussi chaud que l'eau bouillante, acquéroit une force qui est au poids de l'atmosphère, comme 10 à 33, ou même comme 10 à 35, & que la chose réussissoit également soit qu'on employât pour cette expérience une plus grande ou une plus petite quantité d'air. M. Hawksbée a observé en Angleterre, qu'une portion d'air enfermée dans un tuyau de verre lorsqu'il commençoit à geler, formoit un volume qui étoit celui de la même quantité d'air dans la plus grande chaleur de l'été comme six à sept.

Lorsque l'air se trouve en liberté, & délivré de la cause qui le comprimoit, il prend toujours une figure sphérique dans les interstices des fluides où il se loge, & dans lesquels il vient à se dilater. Cela se voit lorsqu'on met des fluides sous un récipient dont on pompe l'air : car on voit d'abord paroître une quantité prodigieuse de bulles d'air d'une petitesse extraordinaire, & semblables à des grains de sable fort menu, lesquelles se dispersent dans toute la masse du fluide & s'élèvent en-haut. Lorf-

qu'on tire du récipient une plus grande quantité d'air, ces bulles se dilatent davantage, & leur volume augmente à mesure qu'elles s'élèvent, jusqu'à ce qu'elles sortent de la liqueur, & qu'elles s'étendent librement dans le récipient.

Mais ce qu'il y a sur-tout de remarquable, c'est que dans tout le trajet que font alors ces bulles d'air, elles paroissent toujours sous la forme de petites sphères.

Lorsqu'on met dans la liqueur une plaque de métal, & qu'on commence à pomper, on voit la surface de cette plaque couverte de petites bulles; ces bulles ne sont autre chose que l'air qui étoit adhérant à la surface de la plaque, & qui s'en détache peu-à-peu. *Voyez* ADHÉRENCE & COHÉRENCE.

On n'a rien négligé pour découvrir jusqu'à quel point l'air peut se dilater, lorsqu'il est entièrement libre, & qu'il ne se trouve comprimé par aucune force extérieure. Cette recherche est sujette à de grandes difficultés, parce que notre atmosphère est composée de divers fluides élastiques, qui n'ont pas tous la même force; par conséquent, si l'on demandoit combien l'air pur & sans aucun mélange peut se dilater, il faudroit, pour répondre à cette question, avoir premièrement un air bien pur: or, c'est ce qui ne paroît pas facile. Il faut ensuite savoir dans quel vase & comment on placera cet air, pour faire ensorte que ses parties soient séparées; & qu'elles n'agissent pas les unes sur les autres. Aussi plusieurs physiciens habiles désespèrent-ils de pouvoir arriver à la solution de ce problême. On peut néanmoins conclure, selon M. Musschenbroeck, de quelques expériences assez grossières, que l'air qui est proche de notre globe, peut se dilater jusqu'à occuper un espace 4000 fois plus grand que celui qu'il occupoit. *Mussch.*

Mr Boyle, dans plusieurs expériences, l'a dilaté une première fois jusqu'à lui faire occuper un volume neuf fois plus considérable qu'auparavant; ensuite il lui a fait occuper un espace 31 fois plus grand; après cela, il l'a dilaté 60 fois davantage, puis 150 fois, enfin, il prétend l'avoir dilaté 8000 fois davantage, ensuite 10000 fois, & en dernier lieu 13679 fois, & cela par sa seule vertu expansive, & sans avoir recours au feu. *Voyez* RARÉFACTION.

C'est sur ce principe que se règle la construction & l'usage du manomètre. *Voyez* MANOMÈTRE.

Il conclut de-là que l'air que nous respirons près de la surface de la terre, est condensé par la compression de la colonne supérieure en un espace au moins 13679 fois plus petit que celui qu'il occuperoit dans le vide. Mais si ce même air est condensé par art, l'espace qu'il occupera, lorsqu'il le sera autant qu'il peut l'être, sera à celui qu'il occupoit dans ce premier état de condensation, comme 550000 est à 1. *Voyez* DILATATION.

L'on voit par ces différentes expériences, qu'Aristote se trompe lorsqu'il prétend que l'air rendu dix fois plus rare qu'auparavant, change de nature, & devient feu.

M. Amontons & d'autres, comme nous l'avons déja observé, font dépendre la raréfaction de l'air du feu qu'il contient: ainsi, en augmentant le degré de chaleur, la raréfaction sera portée bien plus loin qu'elle ne pourroit l'être par une dilatation spontanée. *Voyez* CHALEUR.

De ce principe se déduit la construction & l'usage du thermomètre. *Voyez* THERMOMÈTRE.

M. Amontons est le premier qui ait découvert que plus l'air est dense, plus, avec un même degré de chaleur, il se dilatera. *Voyez* DENSITÉ.

En conséquence de cette découverte, cet habile académicien a fait un discours pour prouver que « le ressort & le poids de l'air, joints à un de» gré de chaleur modéré, peuvent suffire pour » produire même des tremblemens de terre, & » d'autres commotions très-violentes de la nature. »

Suivant les expériences de cet auteur, & celles de M. de la Hire, une colonne d'air sur la surface de la terre, de la hauteur de 36 toises, est égale au poids de trois lignes de mercure; & des quantités égales d'air occupent des espaces proportionnels au poids qui les comprime. Ainsi le poids de l'air qui rempliroit tout l'espace occupé par le globe terrestre, seroit égal à celui d'un cylindre de mercure, dont la base égaleroit la surface de la terre, & qui auroit en hauteur autant de fois trois lignes, que toute l'atmosphère contient d'orbes égaux en poids à celui que nous avons supposé haut de 36 toises. Donc, en prenant le plus dense de tous les corps, l'or par exemple, dont la gravité est environ 14630 fois plus grande que celle de l'air que nous respirons; il est aisé de trouver par le calcul que cet air seroit réduit à la même densité que l'or, s'il étoit pressé par une colonne de mercure qui eût 14630 fois 28 pouces de haut, c'est-à-dire, 409640 pouces; puisque les densités de l'air, en ce cas, seroient en raison directe des poids par lesquels elles seroient pressées. Donc 409640 pouces expriment la hauteur à laquelle le baromètre devroit être dans un endroit où l'air seroit aussi pesant que l'or, & $2\frac{51632}{409640}$ lignes l'épaisseur à laquelle seroit réduite, dans ce même endroit, notre colonne d'air de 36 toises.

Or, nous savons que 409640 pouces ou 43528 toises ne sont que la 74e partie du demi-diamètre de la terre. Donc si, au lieu de notre globe terrestre, on suppose un globe de même rayon, dont la partie extérieure soit de mercure à la hauteur de 43538^t. & l'intérieur pleine d'air, tout le reste de

de la sphère dont le diamètre sera de 6451538t. sera rempli d'un air dense, plus lourd par degré que les corps les plus pesans que nous ayons. Conséquemment, comme il est prouvé que plus l'air est comprimé, plus le même degré de feu augmente la force de son ressort, & le rend capable d'un effet d'autant plus grand; & que, par exemple, la chaleur de l'eau bouillante augmente le ressort de notre air au-delà de sa force ordinaire d'une quantité égale au tiers du poids avec lequel il est comprimé: nous en pouvons inférer qu'un degré de chaleur, qui dans notre orbe ne produiroit qu'un effet modéré, en produiroit un beaucoup plus violent dans un orbe inférieur; & que, comme il peut y avoir dans la nature bien des degrés de chaleur au-delà de celle de l'eau bouillante, il peut y en avoir dont la violence, secondée du poids de l'air intérieur, soit capable de mettre en pièces tout le globe terrestre. *Mém. de l'Ac. R. de Sc. ann. 1703.* *Voyez* TREMBLEMENT *de terre*.

La force élastique de l'air est encore une autre source très-féconde des effets de ce fluide. C'est en vertu de cette propriété qu'il s'insinue dans les pores des corps, y portant avec lui cette faculté prodigieuse qu'il a de se dilater, qui opère si facilement; conséquemment, il ne sauroit manquer de causer des oscillations perpétuelles dans les particules du corps auxquelles il se mêle. En effet, le degré de chaleur, la gravité & la densité de l'air; & conséquemment son élasticité & son expansion ne restant jamais les mêmes pendant deux minutes de suite, il faut nécessairement qu'il se fasse dans tous les corps une vibration, ou une dilatation & contraction perpétuelles.

On observe ce mouvement alternatif dans une infinité de corps différens, & singulièrement dans les plantes dont les trachées des vaisseaux à *air* font l'office de poumons: car l'*air* qui y est contenu, se dilatant & se resserrant alternativement à mesure que la chaleur augmente ou diminue, contracte & relâche tour-à-tour les vaisseaux, & procure ainsi la circulation des fluides.

Aussi la végétation & la germination ne se feroient-elles point dans le vide. Il est bien vrai qu'on a vu des fèves s'y gonfler un peu; & quelques-uns ont cru qu'elles y végétoient: mais cette prétendue végétation n'étoit que l'effet de la dilatation de l'*air* qu'elles contenoient.

C'est par la même raison que l'*air* contenu en bulles dans la glace, la rompt par son action continuelle; ce qui fait que souvent les vaisseaux cassent quand la liqueur qu'ils contiennent est gelée. Quelquefois des blocs de marbre tout entiers se cassent en hiver, à cause de quelque petite bulle d'air qui y est enfermée, & qui a acquis un accroissement d'élasticité.

C'est le même principe qui produit la putréfaction & la fermentation: car rien ne fermentera ni ne pourrira dans le vide, quelque disposition qu'il ait à l'un ou à l'autre.

Boerhaave dit qu'en réfléchissant sur la prodigieuse quantité de force que l'on pourroit communiquer à l'eau qui seroit au centre de la terre, il avoit trouvé, en suivant le calcul de Mariotte, qu'à la profondeur de 409640 toises, le poids de l'air seroit égal à celui de l'or. *Traité du Feu.*

On a observé que le thermomètre, placé sous le récipient de la machine pneumatique, descendoit de deux ou trois degrés lorsqu'on faisoit le vide; & MM. Galéati & Cygna pensent que cet effet est dû à la dilatation du verre, lorsqu'il cesse d'être comprimé par l'air.

Plusieurs physiciens, d'après M. Hales, ont soutenu que le feu consommoit l'air, comme son aliment, ce qu'ils fondoient principalement sur ce qu'une bougie allumée, enfermée sous une cloche de verre, y laissoit un vide après son extinction; mais l'auteur de cet article a fait voir, par plusieurs expériences contre l'hypothèse de l'absorbtion de l'air de M. Hales, 1°. que le vide n'étoit dû qu'à l'état différent de raréfaction & de condensation du volume d'air enfermé sous la cloche, au moment où il a été séparé du reste de l'atmosphère, & au moment où il a cessé d'être dilaté par la flamme de la bougie; tout de même que le vide qui se trouve dans le vase où on a enfermé un animal vivant, dès que le mouvement vital a cessé d'en raréfier l'air; 2°. que l'extinction n'étoit pas due au défaut d'air, ni même au défaut d'air suffisamment condensé, mais au contraire à la cessation du mouvement oscillatoire, mouvement nécessaire pour retenir la flamme sur son aliment, & favoriser l'expansion des matières qu'elle détache, lequel est insensiblement gêné & détruit, soit par le reflux des vapeurs fuligineuses, soit parce que le fluide environnant devient trop dense, au moyen de ce que l'effort de raréfaction dans un espace borné, équivaut à densité. *Mémoire de l'Académie de Dijon, tome I.* C'est par le même principe que l'auteur explique le phénomène du charbon qui ne se consume pas dans les vaisseaux clos, à quelque feu qu'on les expose.

V. *L'air* est une *substance transparente*; c'est-à-dire, que la lumière la traverse avec facilité, qu'elle y trouve un passage aisé, & par conséquent qu'on peut très-bien voir & distinguer les divers objets qui sont séparés de l'œil du spectateur par une masse d'air intermédiaire, même d'une épaisseur considérable. En effet, nous voyons sur terre un grand nombre d'objets, placés à différentes distances de nous; nous apercevons les planètes & les étoiles qui nous envoient des rayons de lumière, lesquels font une impression suffisante pour les discerner sur l'organe de l'œil. Si la distance de quelques-uns de ces objets est trop grande pour pouvoir produire efficacement un effet, en empruntant le secours des lunettes & des télescopes,

nous les découvrons très-bien ; ce qui démontre d'une manière décisive que l'air est transparent, c'est-à-dire, qu'il donne passage à la lumière, comme l'eau, le verre, &c. qui sont des substances transparentes par cette raison. *Voyez* TRANSPARENCE.

L'air est encore *sans couleur*; car l'air n'a par lui-même aucune des couleurs prismatiques ; il n'est pas rouge, ni orangé, jaune, bleu, indigo, violet; il n'est pas blanc, ni noir, comme il est aisé de s'en convaincre, en regardant une masse d'air quelconque contenue dans l'eau, dans le verre ou dans toute autre substance transparente ; on ne lui trouvera aucune des couleurs, ni aucune nuance de couleur.

A la vérité, le ciel nous paroissant azuré, on seroit tenté de croire que cet effet dépend de l'air qui a cette couleur ; mais le contraire a été prouvé au mot AZURÉE auquel nous renvoyons.

D'ailleurs, si cette couleur étoit propre à l'air, on devroit la remarquer dans des masses assez considérables d'air, comme sont celles à travers desquelles nous pouvons faire, près de la terre, des expériences; on devroit voir tous les objets teints d'une même couleur, de la couleur de l'air : & cet effet seroit le même que celui qui a lieu en considérant un objet à travers un verre coloré, par exemple, en bleu ou jaune, il paroîtroit teint de la couleur du verre.

L'air est donc *invisible*; car un objet n'est visible qu'autant qu'il réfléchit toutes les espèces de rayons de lumière, ce qui forme le blanc, ou une espèce particulière de rayon, ce qui donne une couleur déterminée, ou plusieurs espèces, d'où résulte une couleur mixte ; mais l'air ne produit aucune de ces réflexions. Il n'absorbe pas non plus tous les rayons de lumière, comme le noir qui est indirectement visible par les contours éclairés qui l'environnent. D'un autre côté, cet air qui n'est point coloré, est parfaitement transparent, puisqu'il n'est aucunement opaque ; il laisse tellement passer les rayons de lumière, qu'on ne discerne pas ceux qui peuvent être réfléchis par sa surface, à cause du petit nombre de ces rayons, & de la grande ténuité de ses molécules. Au contraire, l'eau & le verre étant imparfaitement transparens, & conséquemment en partie opaques, sont visibles par la réflexion des rayons de lumière qui sont renvoyés par leur superficie antérieure.

Si on veut rendre l'air indirectement visible, on est obligé de le faire passer à travers une masse d'eau ; on l'aperçoit alors sous forme de bulles : il ne devient, dans ce cas, sensible que comme le noir l'est pour nous, par la figure éclairée qui le circonscrit; ce n'est, si on peut s'exprimer ainsi, que par l'art des contrastes qu'on le distingue.

VI. L'air est *sans odeur ni saveur*. L'air pur n'a aucune odeur; sa présence ne fait aucune impression discernable sur l'organe de l'odorat; & on ne sauroit assigner quelle est l'espèce d'odeur que l'air auroit en propre. Quand même il auroit une odeur, elle deviendroit bientôt nulle par rapport à nous, par l'habitude constante que nous en aurions. Si quelquefois nous apercevons dans l'air des odeurs, soit agréables, soit désagréables, c'est que des émanations odoriférentes des plantes, ou des exhalaisons plus ou moins méphitiques, altèrent la pureté de l'air, & font une impression sur le sens de l'odorat; mais ce n'est pas l'air par lui-même qui produit cet effet. L'air est donc absolument *inodore*.

L'air en lui-même n'a pas non plus de *saveur*; car il est impossible de caractériser la prétendue saveur qu'on voudroit accorder à l'air ; elle ne ressemble à aucune des espèces connues : d'ailleurs, l'habitude de le respirer empêcheroit qu'on ne pût s'en apercevoir, s'il en avoit une. L'air est donc en lui-même *insapide*; & si quelquefois l'air d'une cuisine paroît avoir une espèce de goût, il faut l'attribuer aux émanations des substances étrangères qui ont été volatilisées, & qui sont ou dissoutes ou suspendues dans sa masse.

VII. L'air est une *substance distincte des exhalaisons & des vapeurs*. On ne sauroit disconvenir que l'air ne contienne un grand nombre de vapeurs & d'exhalaisons de toute espèce; & que si l'air de l'atmosphère avoit été d'abord un fluide simple, il n'eût, bientôt après son origine, renfermé dans son sein une espèce d'extrait, si on peut parler ainsi, de toutes les substances fluides ou solides des trois règnes de la nature. La chaleur n'auroit pas tardé à faire évaporer dans l'air les fluides qui sont sur la terre, lesquels auroient entraîné un grand nombre de parties solides ; d'autres causes auroient encore concouru à produire ou à augmenter cet effet. Voyez ce qui a été dit sur cet objet, à l'article ATMOSPHÈRE TERRESTRE, *sur la nature de la constitution & de la formation de l'atmosphère terrestre*, au mot ATMOSPHÈRE.

Mais ces différentes parties hétérogènes, contenues dans l'air de l'atmosphère, ne sont pas plus l'air lui-même, que le sel dissous dans l'eau, ou la terre suspendue dans l'eau, sont l'eau. Car ces substances ont une nature toute différente, elles produisent des effets divers. On peut les séparer de l'air ; & bien loin que, dans ce cas, l'air ait perdu sa nature, c'est qu'il en est plus pur, & bien plus propre à produire les effets qui le caractérisent. Si on mêle à l'air des exhalaisons & des vapeurs, il est alors plus ou moins vicié, & devient ensuite incapable de jouir de ses propriétés distinctives.

Lorsqu'on dépouille l'air des vapeurs qui le contenoient, on retrouve aussitôt celles-ci sous la forme d'eau. Supposons, par exemple, qu'on ait

renfermé dans un grand ballon bien bouché de l'air contenant des vapeurs, & qu'on le transporte d'un air chaud dans un air froid, ou qu'on environne un peu de glace, une partie du ballon ou autre vaisseau de verre, on observera bientôt que les parois seront intérieurement mouillées d'une grande quantité de gouttes d'eau qui, après avoir ruisselé, se réuniront dans la partie la plus basse. Si ensuite on porte ce ballon, toujours bien bouché, dans un endroit chaud, on verra peu après ces gouttes d'eau se dissoudre dans l'air, & devenir invisibles. Dans ces deux expériences, on ne peut pas dire que l'eau ait été anéantie ou changée en air, ou réciproquement; autrement il faudroit en dire autant du sel que l'eau salée laisseroit précipiter au fond d'un vase qu'on refroidiroit, & qui seroit de nouveau dissous lorsqu'on l'échaufferoit, ce qui est absurde. Il est inutile de s'étendre davantage sur cet objet, dont on a déja parlé au commencement de cet article, en traitant des caractères propres à reconnoître l'air.

VIII. L'air est une *substance composée* principalement de deux parties, dont l'une est éminemment respirable & propre à la combustion, & l'autre est absolument impropre à ces deux fonctions.

[Quelques anciens ont considéré l'air comme un élément; mais ils ne prenoient pas le mot *élément* dans le même sens que nous. *Voyez* ELÉMENT.

Il est certain que l'air, pris dans sa signification ordinaire, est très éloigné de la simplicité d'une substance élémentaire, quoiqu'il puisse avoir des parties qui méritent cette dénomination; c'est pourquoi on peut distinguer l'*air* en *air vulgaire* ou *hétérogène*, & en *propre* ou *élémentaire*.

L'*air vulgaire* ou *hétérogène* est un assemblage de corpuscules de différentes sortes, qui toutes ensemble constituent une masse fluide dans laquelle nous vivons & nous nous mouvons, & que nous inspirons & expirons alternativement. Cette masse totale est ce que nous appelons *atmosphère*. *Voyez* ATMOSPHÈRE.

A la hauteur où finit cet air ou atmosphère, commence l'éther, selon quelques philosophes. *Voyez* ETHER & RÉFRACTION.

Les substances hétérogènes dont l'air est composé, peuvent se réduire à deux sortes; savoir, 1°. la matière de la lumière ou du feu, qui émane perpétuellement des corps célestes. *Voyez* FEU. A quoi quelques physiciens ajoutent les émanations magnétiques de la terre, vraies ou prétendues. *Voyez* MAGNÉTISME.

2°. Ce nombre infini de particules qui s'élèvent en forme de vapeurs ou d'exhalaisons sèches de la terre, de l'eau, des minéraux, des végétaux, des animaux, &c. soit par la chaleur du soleil, ou par celle des feux souterrains, ou par celle des foyers. *Voyez* VAPEUR & EXHALAISON.

L'*air élémentaire*, ou *air* proprement dit, est une matière subtile, homogène & élastique, qui est la base, pour ainsi dire, & l'ingrédient fondamental de tout l'air de l'atmosphère, & qui lui donne son nom.]

Pour être instruit de ce qui regarde cet objet particulier, il est nécessaire d'entrer dans des détails suffisans, & de traiter expressément de ce que les modernes appellent *analyse de l'air atmosphérique*.

Analyse de l'air atmosphérique. on a vu à l'article ATMOSPHERE TERRESTRE quelle étoit la composition & la constitution de l'atmosphère; c'est un mixte très-composé d'air proprement dit, & de toutes les substances qui peuvent s'évaporer, soit solides, soit fluides; c'est un mélange d'air & de tous les gaz qui se sont formés au degré de température & de pression existantes, lors de l'origine de l'atmosphère, & qui, depuis cette époque, se sont formées successivement. On y a prouvé que notre atmosphère est un composé de la réunion de toutes les substances susceptibles de demeurer dans l'état aériforme au degré habituel de température & de pression que nous éprouvons actuellement. Mais comme les différens gaz ont différentes gravités spécifiques, que les uns sont plus pesans, & d'autres plus légers, & qu'il en est de même de plusieurs autres substances, il en résulte que la masse de l'air atmosphérique est composée de différentes grandes couches de nature spécifiquement diverse quoiqu'elles aient des rapports génériques semblables. Aussi a-t-on reconnu que c'étoit une erreur de croire que l'air étoit plus pur à une grande élévation dans l'atmosphère, le gaz inflammable qui a plus de légéreté spécifique que l'air ordinaire s'élevant au-dessus de la basse région; & plusieurs bons physiciens ont observé que l'élévation moyenne entre deux ou trois cents toises au-dessus du niveau de la mer, étoit celle où l'air étoit plus favorable à la santé; & que l'air des montagnes élevées à plus de cinq ou six cents toises au-dessus de la mer, étoit plus vicié que celui des plaines basses. Les couches atmosphériques sont donc de différente nature & de différante densité en les considérant depuis la surface de la terre jusqu'aux confins de de l'atmosphère. Mais, quoiqu'il y ait entr'elles de la diversité spécifique, nous pouvons regarder comme une masse de nature, *à-peu-près* homogène, celles qui s'étendent depuis la surface de la terre jusqu'à la plus grande hauteur à laquelle on soit encore parvenu, parce qu'un air plus ou moins pur (la variation étant renfermée dans des limites propres à la respiration) n'empêche pas que la nature de cet air ne soit *à-peu-près* homogène.

Ces observations présupposées, il est à propos d'examiner quel est le nombre et quelle est la na-

ture des fluides élastiques qui composent la couche inférieure de l'air atmosphérique que nous habitons. Pour cet effet, il faut faire l'analyse de cet air, de la même manière qu'on analyse les substances dont on veut déterminer la nature des parties constituantes, c'est-à-dire, qu'il faut employer les deux moyens connus sous le nom de composition & de décomposition. Or, en ayant recours à cette double méthode, on trouvera que l'air atmosphérique est formé de deux fluides élastiques, l'un respirable & l'autre qui ne l'est pas, le premier nommé *air vital* (ou *air déphlogistiqué*, *gaz oxigène*, *&c.*,) le second *mofette* (*gaz azote*).

Cette assertion qui a l'air d'un paradoxe, demande d'être rigoureusement prouvée, & c'est ce que nous allons faire par les expériences suivantes. M. Lavoisier ayant pris un matras A, *figure* 149, de 36 pouces cubiques environ de capacité, dont le col B C D E étoit courbé, afin de pouvoir engager sous la cloche G son extrémité E, tandis que le matras seroit placé dans un fourneau M M N N, introduisit dans ce matras quatre onces de mercure très-pur. La cloche F G étoit placée dans un bain de mercure R R S S. En suçant avec un syphon introduit sous cette cloche par une extrémité, on vint à bout d'élever le mercure jusqu'en L L. On marqua ensuite exactement cette hauteur avec une bande de papier collé, & on observa en même temps le baromètre & le thermomètre. Après on alluma le feu dans le fourneau, & on l'entretint pendant douze heures; de sorte que le mercure fut échauffé jusqu'au degré nécessaire pour le faire bouillir.

Le premier jour on observa quelques goutelettes de mercure qui tapissoient l'intérieur des vaisseaux & qui retombèrent ensuite; le second jour on commença à voir nager sur la surface du mercure de petites parcelles rouges qui, pendant quatre ou cinq jours, augmentèrent en nombre & en volume; après quoi elles cessèrent de grossir, & restèrent absolument dans le même état. Au bout de douze jours, comme la calcination du mercure ne faisoit plus aucun progrès, on éteignit le feu & on laissa refroidir les vaisseaux. Le volume de l'air contenu tant dans le matras que dans son col & sous la partie vide de la cloche, réduit à une pression de 28 pouces & à 10 lignes du thermomètre, étoit, avant l'opération, de 50 pouces cubiques environ. L'opération étant finie, ce même volume, à pression & à température égales, ne se trouva plus que de 42 à 43 pouces. Il y avoit eu par conséquent une diminution de volume d'un sixième environ. D'un autre côté, on rassembla soigneusement les seules parcelles rouges, qui se trouvèrent d'un poids de 45 grains.

L'air restant après l'opération, & réduit au cinq sixièmes de son volume, par la calcination du mercure, n'étoit plus propre à la respiration ni à la combustion; car les animaux qu'on y introduisoit, y périssoient en peu d'instans, & les lumières s'y éteignoient sur le champ.

D'un autre côté, les 45 grains de matière rouge formée pendant l'opération, furent introduits dans une très-petite cornue de verre à laquelle étoit adapté un appareil propre à recevoir les produits liquides & aériformes qui pouvoient se séparer. Le feu étant allumé dans le fourneau, on observa qu'à mesure que la matière rouge étoit échauffée, sa couleur augmentoit d'intensité. La cornue approchant ensuite de l'incandescence, la matière rouge commença à perdre peu-à-peu de son volume, & en quelques minutes elle disparut entièrement; en même temps il se condensa dans le petit récipient 41 grains $\frac{1}{2}$ de mercure coulant, & il passa sous la cloche 7 à 8 pouces cubiques d'un fluide élastique, beaucoup plus propre que l'air de l'atmosphère à entretenir la combustion & la respiration des animaux. Une bougie plongée dans cet air répandoit un éclat éblouissant, un charbon y brûloit avec une flamme très-brillante & avec décrépitation.

Cette expérience prouve donc que le mercure en se calcinant, absorbe la partie salubre & respirable de l'air, ou plus exactement la base de cette partie respirable; que la portion d'air qui reste est une espèce de mofette, incapable d'entretenir la combustion & la respiration; & conséquemment elle démontre que l'air atmosphérique est composé de deux fluides élastiques de nature différente, & pour ainsi dire, opposée.

Une autre preuve de cette importante vérité, c'est qu'en recombinant les deux fluides élastiques qu'on a ainsi obtenus séparément, c'est-à-dire, les quarante-deux pouces cubiques de mofette, ou air non respirable, & les huit pouces cubiques d'air respirable, on reforme de l'air, en tout semblable à celui de l'atmosphère, & qui est propre à-peu-près au même dégré, à la combustion, à la calcination des métaux & à la respiration des animaux. La proportion de ces deux airs qui composent l'air atmosphérique, est ainsi qu'on l'a prouvé dans le rapport de 73 à 27, au moins pour les climats que nous habitons.

On remarquera, avec M. Lavoisier, 1°. que l'affinité du mercure pour la base de la partie respirable de l'air, n'est pas assez grande pour qu'elle puisse vaincre entièrement les obstables qui s'opposent à cette combinaison; obstacles qui sont l'adhérence des deux fluides constitutifs de l'air de l'atmosphère, & la force d'affinité qui unit la base de l'air vital au calorique. C'est pourquoi la calcination du mercure finie, ou au moins portée aussi loin qu'elle peut l'être, dans une quantité d'air déterminée, il reste encore un peu d'air respirable combiné avec la mofette, le mercure ne pouvant en séparer cette dernière portion.

On remarquera encore, 2°. que, puisqu'il y a décompoſition de l'air dans la calcination du mercure, & puiſqu'il y a fixation & combinaiſon de la baſe de la partie reſpirable avec le mercure, il y a dégagement de calorique & de lumière, quoiqu'on ne l'apperçoive pas. Deux cauſes empêchent que ce dégagement ne ſoit ſenſible dans l'expérience précédente. La première, parce que la calcination, durant pendant pluſieurs jours, le dégagement de chaleur & de lumière, réparti ſur un auſſi long intervalle de temps, eſt infiniment foible pour chaque inſtant en particulier; la ſeconde, parce que l'opération ſe faiſant dans un fourneau & à l'aide du feu, la chaleur, occaſionnée par la calcination, ſe confond avec celle du fourneau. On peut même ajouter que la partie reſpirable de l'air ou plutôt ſa baſe, en ſe combinant avec le mercure, n'abandonne pas la totalité du calorique qui lui étoit uni, qu'une partie demeure engagée dans la nouvelle combinaiſon.

On peut cependant rendre ſenſible le dégagement de la chaleur & de la lumière, en opérant d'une manière plus prompte la décompoſition de l'air, & en employant le fer, qui a beaucoup plus d'affinité que le mercure avec la baſe de la partie reſpirable de l'air. Pour cet effet, on remplit une cloche A, *figure 150*, de ſix pintes environ de capacité, d'*air vital* (ou *air pur*, *gaz oxigène*); on tranſporte cette cloche ſur un bain de mercure contenu dans le baſſin B C; & on sèche ſoigneuſement, avec du papier gris, la ſurface du mercure, tant dans l'intérieur qu'à l'extérieur de la cloche. Après on met dans une petite capſule de porcelaine D, plate & évaſée, de petits copeaux de fer tournés en ſpirale. A l'extrémité d'un de ces copeaux, on attache un petit morceau d'amadou, auquel il faut ajouter un fragment de phoſphore, qui pèſe à peine un ſeizième de grain. La capſule a été introduite ſous la cloche, en ſoulevant un peu cette dernière. (La petite portion d'air commun, introduite de cette manière, ne nuit point au ſuccès de l'expérience. (On ſuce enſuite une partie de l'air contenu dans la cloche A, afin d'élever le mercure dans ſon intérieur juſqu'en E F; & on ſe ſert pour cela d'un ſiphon G H I, qu'on paſſe par-deſſous, & afin qu'il ne ſe rempliſſe pas de mercure, on tortille un petit morceau de papier à ſon extrémité.

Tout étant ainſi préparé, on fait rougir au feu un fer recourbé, qu'on paſſe par-deſſous la cloche; & avant qu'il ait eu le temps de ſe refroidir, on l'approche du petit morceau de phoſphore contenu dans la capſule D. Auſſitôt le phoſphore s'allume, communique ſon inflammation à l'amadou, & celui-ci au fer. Quand les copeaux ont été bien arrangés, tout le fer brûle juſqu'au dernier atome, en répandant une lumière blanche, brillante, & ſemblable à celle qu'on obſerve dans les étoiles d'artifice chinois. « La grande chaleur qui s'opère pendant cette combuſtion, liquéfie le fer, & il tombe en globules ronds de groſſeur différente, dont le plus grand nombre reſte dans la capſule, & dont quelques-uns ſont lancés au-dehors, & nagent ſur la ſurface du mercure. Dans le premier inſtant de la combuſtion, il y a une légère augmentation dans le volume de l'air, en raiſon de la dilatation occaſionnée par la chaleur; mais bientôt une diminution rapide ſuccède à la dilatation; le mercure remonte dans la cloche: & lorſque la quantité de fer eſt ſuffiſante, & que l'air avec lequel on opère eſt bien pur, on parvient à l'abſorber preſqu'en entier. » On obſervera qu'il eſt bon de ne brûler qu'un gros & demi de fer ſous une cloche de huit pintes de capacité, de crainte que ſi on vouloit pouſſer l'expérience trop loin, & abſorber preſque tout l'air, la capſule D qui nage ſur le mercure, ſe rapprochant trop de la voûte de la cloche, la grande chaleur, jointe au refroidiſſement ſubit occaſionné par le contact du mercure, ne fît éclater le verre.

En détachant enſuite les globules de fer qui ſont contenus dans la capſule, on trouve que le fer eſt dans l'état d'*éthiops martial*; il a une ſorte de brillant métallique; il eſt très-caſſant, très-friable, & ſe réduit en poudre ſous le marteau & ſous le pilon. Lorſque l'opération a bien réuſſi, avec cent grains de fer, on obtient 135 à 136 grains d'éthiops. On peut donc compter ſur une augmentation de poids au moins de 35 livres par quintal. D'un autre côté, l'air ſe trouve diminué d'une quantité en poids exactement égale à celle dont le fer eſt augmenté; & ſi on a brûlé cent grains de fer, & que l'augmentation de poids que ce métal a acquiſe, ait été de 35 grains, la diminution du volume eſt aſſez exactement de 70 pouces cubiques, à raiſon d'un demi-grain par pouce. Le poids de l'air vital eſt en effet aſſez exactement d'un demi grain par pouce cube.

On remarquera que, dans cette expérience, comme dans toutes celles du même genre, il faut ramener par le calcul le volume de l'air, au commencement & à la fin de l'expérience, à celui qu'on auroit eu à dix degrés du thermomètre, & à une preſſion de 28 pouces. Voyez les *élémens de chimie* de M. Lavoiſier, d'où on a extrait la plus grande partie de cette analyſe de l'air.

On peut également opérer la compoſition de l'air, en empruntant de différens règnes, les matériaux qui doivent le former. On ſait que lorſqu'on diſſout des matières animales dans de l'acide nitrique, il ſe dégage une grande quantité d'un air qui éteint les lumières, qui eſt nuiſible pour les animaux, & qui eſt en tout ſemblable à la partie non reſpirable de l'air de l'atmoſphère. Si à 73 parties de ce fluide élaſtique, on en ajoute 27 d'air vital tiré du mercure, réduit en chaux rouge par la calcination, on forme un fluide élaſtique parfaite-

ment semblable à celui de l'atmosphère, & qui en a toutes les propriétés. *Voyez* AZOTE; GAZ AZOTE; & GAZ OXIGÈNE.

L'air de l'atmosphère est donc *principalement* composé de deux fluides aériformes ou gaz; l'un respirable, susceptible d'entretenir la vie des animaux, dans lequel les métaux se calcinent & les corps combustibles peuvent brûler; l'autre qui a des propriétés absolument opposées. La base de la portion respirable de l'air a été nommée Oxygène, de deux mots grecs ὀξυς *acide*, & γεινομαι, *j'engendre*, parceque en effet une des propriétés les plus générales de cette base, est de former des acides, en se combinant avec la plupart des substances. La réunion de cette base avec le calorique a été nommée *gaz oxygène*. Sa pesanteur dans cet état est assez exactement d'un demi-grain, poids de marc, par pouce cube, ou d'une once & demie par pied cube, le tout à 10 degrés de température, & à 28 pouces du baromètre.

Le nom de la base de la portion non respirable de l'air de l'atmosphère, a été tiré de la propriété, qu'a ce gaz, de priver de la vie les animaux qui le respirent: on l'a donc appellé azote de l'α privatif des Grecs, & de ζων, vie; & on a nommé gaz azotique la partie non-respirable de l'air. Sa pesanteur est d'une once, 2 gros 48 grains le pied cube, ou de 0, grain 4444 le pouce cube.

On a dit que l'air de l'atmosphère est principalement composé de deux fluides aériformes, parce que plusieurs prétendent qu'il contient une partie très-peu considérable de GAZ FIXE, ou GAZ ACIDE CARBONIQUE. *Voyez* ce mot. Selon eux, l'air atmosphérique contient..........

l'air atmosphérique contient	Air vital......	27
	Gaz fixe......	1
	Gaz azotique...	72
	TOTAL..........	100

IX. *L'air est répandu par-tout.* Si l'air est fluide, s'il est pesant & élastique, s'il est susceptible conséquemment de compression & de dilatation, si tous les corps sont poreux, & si ces pores sont, par la chaleur & le froid, susceptibles d'être augmentés ou diminués de capacité, il est absolument nécessaire que la substance aérienne soit répandue par-tout, dans les grands comme dans les petits espaces: dans les intervalles considérables que laissent les corps sublunaires, de même que dans les petits vacuoles qui sont dans leur substance ou au moins dans les pores de leur superficie. Ainsi, dans les grandes cavités de la terre, dans les différentes capacités des végétaux & des animaux, dans les pores extérieurs des minéraux, l'air se trouve renfermé ou contenu. On peut prouver cette vérité par voie d'expériences, par l'extraction de l'air de ces différens corps, soit solides, soit fluides, & en ayant recours à divers procédés, savoir, à la machine pneumatique, à la chaleur, à la congélation & à une division, opérée de différentes façons par les dissolutions, les effervescences, les fermentations, &c.

D'abord, il est certain que si on met de l'eau, même la plus pure, dans un vase, & qu'on place celui-ci sous le récipient de la machine pneumatique, dès qu'on fait le vide, on voit l'air sortir du sein de l'eau, sous la forme d'une infinité de petits globules qui viennent crever à sa surface. Il en est de même de la plûpart des autres liqueurs.

Je conviens que si on soumet à cette épreuve, par exemple, de la bierre, on retirera beaucoup de gaz fixe, & ainsi des autres liqueurs analogues; mais ces liqueurs, outre les divers fluides aériformes qu'elles renferment, contiennent aussi de l'air; & la pression de l'atmosphère qu'on leur supprime dans le vide, permet à l'air, aussi bien qu'aux fluides aériformes, de se dégager par l'élasticité & l'expansibilité dont-ils sont doués. En un mot, il n'est aucun fluide qui ne renferme, entre ses diverses parties, de l'air ou des substances aériformes.

Les corps solides, tels que les fruits, les bois, les écorces & les divers végétaux ou parties de végétaux, montrent, aux yeux mêmes, les différentes portions qu'elles contenoient, lorsqu'on les soumet à la même épreuve, c'est-à-dire, lorsqu'on les place dans un vase contenant de l'eau, sous le récipient d'une machine pneumatique mise en jeu.

Les animaux recèlent dans leurs grandes & petites cavités une quantité d'air plus ou moins grande; & personne n'en doute. Mais les matières animales, même les plus dures, en laissent échapper une quantité considérable, lorsqu'on emploie la machine pneumatique. Un œuf, même frais, mis avec de l'eau dans un vase, des cartilages, des os, &c. en fournissent beaucoup sous le récipient de la même machine dont on fait jouer la pompe.

Les sels, le sucre, les terres & beaucoup d'autres minéraux présentent le même phénomène. Il n'est pas jusqu'aux métaux qui n'en laissent dégager quelques petites parcelles de leurs pores extérieurs; car leur nombre diminue, lorsqu'on les a lavés dans l'eau & qu'on les a fait chauffer. Ces moyens doivent être employés parce que l'air a une adhérence avec la surface de tous les corps, à plus forte raison avec la superficie des pores.

En un mot, la diminution de pression de l'atmosphère qu'on opère, en faisant agir la machine pneumatique, permet à l'air contenu dans tous les corps, & à raison de son élasticité, de sortir des diverses cavités qui le receloient.

On voit à présent la raison pour laquelle on rend des vents, après qu'on a mangé plusieurs substances végétales qui contiennent une plus grande

quantité d'air ou de ſubſtances aériformes ; pourquoi les carminatifs produiſent le même effet, c'eſt plutôt parce qu'ils renferment beaucoup de ſubſtance aériforme, que parce qu'ils ont la propriété de chaſſer un air ſurabondant à l'économie animale ; pourquoi les alimens cuits ſurchargent moins l'eſtomac & donnent moins de coliques que ceux qui ſont crûs ; la chaleur étant un moyen d'expulſer une grande partie d'air ou de fluides aériformes.

La chaleur dégage bien plus facilement l'air des ſubſtances liquides ou ſolides qui y ſont expoſées ; & ce moyen rend bien plus efficace tout autre procédé ; parce que la chaleur dilatant l'air, augmente ſon élaſticité & ſon volume, & force l'air à ſortir des cavités où il étoit en quelque ſorte empriſonné.

La congélation qui concentre les liqueurs, concentre de même en quelque ſorte l'air, en le réuniſſant dans un plus grand eſpace : ainſi, l'eau qui s'eſt transformée en glace, préſente de grands intervalles remplis d'air qui y étoit auparavant diſſéminé dans une infinité de petits vacuoles.

Toute diviſion mécanique ou chimique, les diſſolutions, les efferveſcences, les fermentations, &c. facilitant à l'air contenu dans les corps de s'en échapper, ſont conſéquemment des moyens de prouver que l'air eſt contenu ou répandu dans tous les corps.

A l'article Eau, nous traiterons plus particulièrement de l'air contenu dans l'eau.

Non ſeulement l'air eſt répandu par-tout, mais il adhère encore à tous les corps : cette vérité eſt établie ſur un grand nombre d'expériences qu'on peut voir au mot Adhérence. Une aiguille de fer ou d'acier placée horiſontalement ſur l'eau, ſe ſoutient ſur la ſurface de ce fluide, quoique le fer ſoit huit cents fois plus peſant que l'eau. Il en eſt de même des aiguilles d'or, d'argent, de cuivre & de tout autre métal, & de tout autre corps. Ce phénomène, qui paroît oppoſé aux loix de l'hydroſtatique, y eſt réellement conforme, parce que l'aiguille de métal ne repoſe ſur l'eau que par le milieu de ſa partie inférieure, & que, par ſes cotés, les particules d'air qui y adhèrent, forment une eſpèce de gondole aérienne qui rend la totalité de ce ſyſtême de corps plus léger qu'un égal volume d'eau qui lui répond. Auſſi, lorſqu'on mouille l'aiguille, & qu'on chaſſe par-là l'air adhérent, voit-on cette aiguille tomber auſſitôt au fond de l'eau. Cette expérience, variée de différentes manières, a toujours le même ſuccès ; car des feuilles d'or, de cuivre ou d'autres métaux très-minces, non-ſeulement ſe ſoutiennent ſur l'eau, à cauſe des molécules d'air qui adhèrent à leur ſurface inférieure & à leurs côtés, mais encore elles remontent à la ſuperficie de l'eau, lorſqu'on les a plongées dans ce fluide. M. Petit, de l'académie de Paris, ayant chiffonné ces feuilles & diminué par-là leur ſurface, & conſéquemment le volume d'air qui adhéroit à la ſuperficie en contact avec l'eau, obſerva que ces feuilles tomboient au fond de l'eau, quoique leur poids n'eût pas augmenté.

X. *L'air environne le globe de la terre* juſqu'à une hauteur conſidérable. En effet, quelque part que nous allions ſur la ſurface de la terre, du midi au ſeptentrion, & de l'orient à l'occident, ſoit que nous deſcendions dans les grottes les plus profondes, ſoit que nous montions ſur les montagnes les plus élevées, que nous nous élevions dans les aéroſtats les plus légers, par-tout nous ſommes environnés d'un air plus ou moins propre à la reſpiration.

Dans l'article Atmosphère terrestre, on a traité de la formation de cet air atmoſphérique, de ſa conſtitution, du poids de l'atmoſphère, de la preſſion qu'elle exerce ſur les différentes ſurfaces des corps, de ſa hauteur, &c. des ſubſtances diverſes qui y ſont dans un état de mélange, ou bien dans un état de compoſition, &c. &c.

La définition ou deſcription de l'air, que nous avons donnée au commencement de cet article, étant ſuffiſamment développée & prouvée, il faut examiner maintenant ſi l'air a une grande influence dans les opérations de la nature.

XI. L'air eſt le principal inſtrument de la nature dans toutes ſes opérations ſur la ſurface de la terre & dans ſon intérieur.

Aucun végétal, ni animal terreſtre ou aquatique, ne peut être produit, vivre ou croître ſans air. Les œufs ne ſauroient éclorre dans le vide. L'air entre dans la compoſition de tous les fluides, comme le prouvent les grandes quantités d'air qui en ſortent. Le chêne en fournit un tiers de ſon poids ; les pois autant ; le blé de Turquie, un quart, &c. *Voyez la Statique des végétaux de M. Hales.*

L'air produit en particulier divers effets ſur le corps humain, ſuivant qu'il eſt chargé d'exhalaiſons, & qu'il eſt chaud, froid ou humide. En effet, comme l'uſage de l'air eſt inévitable, il eſt certain qu'il agit à chaque inſtant ſur la diſpoſition de nos corps. C'eſt ce qui a été reconnu par Hippocrate, & par Sydenham, l'Hippocrate moderne, qui nous a laiſſé des épidémies écrites ſur le modèle de celle du prince de la Médecine, contenant une hiſtoire des maladies aiguës, en tant qu'elles dépendent de la température de l'air. Quelques ſavans médecins d'Italie & d'Allemagne ont marché ſur les traces de Sydenham ; & une ſociété de médecins d'Edimbourg ſuit actuellement le même plan. Le célèbre M. Clifton nous a donné

l'histoire des maladies épidémiques, avec un journal de la température de l'air par rapport à la ville d'Yorck, depuis 1715 jusqu'en 1725. A ces ouvrages il faut joindre l'essai sur les effets de l'air, par M. Jean Arbuthnot.

L'air rempli d'exhalaisons animales, particulièrement de celles qui sont corrompues, a souvent causé des fièvres pestilentielles. Les exhalaisons du corps humain sont sujettes à la corruption. L'eau où l'on s'est baigné acquiert, par le séjour, une odeur cadavéreuse. Il est démontré que moins de 3000 hommes placés dans l'étendue d'un arpent de terre, y formeroient de leur propre transpiration, dans 34 jours une atmosphère d'environ 71 pieds de hauteur, laquelle n'étant point dissipée par les vents, deviendroit pestilentielle en un moment. D'où l'on peut inférer que la première attention en bâtissant des villes, est qu'elles soient bien ouvertes, les maisons point trop hautes, & les rues bien larges. Des constitutions pestilentielles de l'air ont été quelquefois précédées de grands calmes. L'air des prisons cause souvent des maladies mortelles : aussi le principal soin de ceux qui servent dans les hôpitaux, doit être de donner un libre passage à l'air. Les parties corruptibles des cadavres ensevelis sous terre, sont emportées, quoique lentement, dans l'air; & il seroit à souhaiter qu'on s'abstînt d'enterrer dans les églises, & que tous les cimetières fussent hors des villes en plein air.

On peut juger de là, que dans les lieux où il y a beaucoup de monde assemblé, comme aux spectacles, l'air s'y remplit en peu de temps de quantité d'exhalaisons animales très-dangereuses par leur prompte corruption. Au bout d'une heure on ne respire plus que des exhalaisons humaines; on admet dans ses poumons un air infecté sorti de mille poitrines, & rendu avec tous les corspuscules qu'il a pu entraîner de l'intérieur de toutes ces poitrines, souvent corrompues & puantes.

L'air extrêmement chaud peut réduire les substances animales à un état de putréfaction. Cet air est particulièrement nuisible aux poumons. Lorsque l'air extérieur est de plusieurs degrés plus chaud que la substance du poumon, il faut nécessairement qu'il détruise & corrompe les fluides & les solides, comme l'expérience le vérifie. Dans une rafinerie de sucre, où la chaleur étoit de 146 degrés, c'est-à-dire de 54 au-delà de celle du corps humain, un moineau mourut dans 2 minutes, & un chien en 28; mais ce qu'il y eut de plus remarquable, c'est que le chien jetta une salive corrompue, rouge & puante. En général, personne ne peut vivre long-temps dans un air plus chaud que son propre corps.

Le froid condense l'air proportionnellement à ses degrés. Il contracte les fibres animales & les fluides, aussi loin qu'il les pénètre; ce qui est démontré par les dimensions des animaux, réellement moindres dans le froid que dans le chaud. Le froid extrême agit sur le corps en manière d'aiguillon, produisant d'abord un picotement, & ensuite un leger degré d'inflammation, causé par l'irritation & le resserrement des fibres. Ces effets sont bien plus considérables sur le poumon, où le sang est beaucoup plus chaud & les membranes très-minces. Le contact de l'air froid entrant dans ce viscère, seroit insupportable, si l'air chaud en étoit entièrement chassé par l'expiration. L'air froid resserre les fibres de la peau; & refroidissant trop le sang dans les vaisseaux, arrête quelques-unes des parties grossières de la transpiration, & empêche quantité de sels du corps de s'évaporer. Faut-il s'étonner que le froid cause tant de maladies? Il produit le scorbut avec les plus terribles symptomes, par l'irritation & l'inflammation des parties qu'il resserre. Le scorbut est la maladie des pays froids, comme on le peut voir dans les journaux de ceux qui ont passé l'hiver dans le Groënland & dans d'autres régions froides. On lit dans les voyages de Martens & du capitaine Wood, que les Anglois ayant passé l'hyver en Groënland, eurent le corps ulcéré & rempli de vessies; que leurs montres s'arrêtèrent; que les liqueurs les plus fortes se gelèrent, & que tout se glaçoit même au coin du feu. *M. Formey.*

L'air humide produit le relâchement dans les fibres animales & végétales. L'eau qui s'insinue par les pores du corps, en augmente les dimensions; c'est ce qui fait qu'une corde de violon mouillée baisse en peu de temps. L'humidité produit le même effet sur les fibres des animaux. Un nageur est plus abatu par le relâchement des fibres de son corps, que par son exercice. L'humidité facilite le passage de l'air dans les pores. L'air passe aisément dans une vessie mouillée. L'humidité affoiblit l'élasticité de l'air; ce qui cause le relâchement des fibres en temps de pluie. L'air sec produit le contraire. Le relâchement des fibres dans les endroits où la circulation du sang est imparfaite, comme dans les cicatrices & dans les parties luxées ou contuses, cause de grandes douleurs.

Un des exemples de l'efficacité merveilleuse de l'air, c'est qu'il peut changer les deux règnes, l'animal & le végétal, l'un en l'autre.

En effet, il paroît que c'est de l'air que procède toute la corruption naturelle & l'altération des substances; & les métaux, & singulièrement l'or, ne sont durables & incorruptibles que parce que l'air ne les sauroit pénétrer. C'est la raison pourquoi on a vu des noms écrits dans le sable ou dans la poussière sur de hautes montagnes, se lire encore bien distinctement au bout de quarante ans, sans avoir été aucunement défigurés ou effacés.

Quoique l'air soit un fluide fort délié, il ne pénètre pourtant pas toutes sortes de corps. Il ne pénètre pas, comme nous venons de dire, les métaux; il en est même quelques-uns qu'il ne pénètre pas, quoique leur épaisseur ne soit que de

de $\frac{1}{24}$ de pouce ; il passeroit à-travers le plomb, s'il n'étoit battu à coups de marteau : il ne traverse pas non plus le verre, ni les pierres dures & solides, ni la cire, ni la poix, la résine, le suif & la graisse ; mais il s'insinue dans toutes sortes de bois, quelque durs qu'ils puissent être. Il passe à-travers le cuir sec de brebis, de veau, le parchemin sec, la toile sèche, le papier blanc, bleu ou gris, & une vessie de cochon tournée à l'envers; mais lorsque le cuir, le papier, le parchemin ou la vessie, se trouvent pénétrés d'eau, ou imbibés d'huile ou de graisse, l'air ne passe plus alors à-travers : il pénètre aussi bien plus facilement le bois sec que celui qui est encore vert ou humide. Cependant, lorsque l'air est dilaté jusqu'à un certain point, il ne passe plus alors à travers les pores de toutes sortes de bois.

Venons aux effets que les différentes substances mêlées dans l'air produisent sur les corps inanimés. L'air n'agit pas uniquement en conséquence de sa pesanteur & de son élasticité; il a encore une infinité d'autres effets, qui résultent des différens ingrédiens qui y sont confondus.

Ainsi, 1°. non-seulement il dissout & atténue les corps par sa pression & son froissement, mais aussi comme étant un chaos qui contient toutes sortes de menstrues, & qui conséquemment trouve partout à dissoudre quelque sorte de corps. *Voyez* DISSOLUTION.

On sait que le fer & le cuivre se dissolvent aisément & se rouillent à l'air, à moins qu'on ne les garantisse en les enduisant d'huile. Boerhaave assure avoir vu des barres de fer tellement rongées par l'air, qu'on les pouvoit mettre en poudre sous les doigts. Pour le cuivre, il se convertit à l'air en une substance à-peu-près semblable au vert-de-gris qu'on fait avec le vinaigre. *Voyez* FER, CUIVRE, VERT-DE-GRIS, ROUILLE, &c.

M. Boyle rapporte que, dans les régions méridionales de l'Angleterre, les canons se rouillent si promptement, qu'au bout de quelques années qu'ils sont restés exposés à l'air, on en enlève une quantité considérable de crocus de Mars.

Acosta ajoute que, dans le Pérou, l'air dissout le plomb, & le rend beaucoup plus lourd; cependant l'or passe généralement pour ne pouvoir être dissous par l'air, parce qu'il ne contracte jamais de rouille, quelque long temps qu'on l'y laisse exposé. La raison en est que le sel marin, qui est le seul menstrue capable d'agir sur l'or, étant très-difficile à volatiliser, il n'y en a qu'une très-petite quantité dans l'air, à proportion des autres substances. Dans les laboratoires de chimie, où l'on prépare l'eau régale, l'air étant imprégné d'une grande quantité de ce sel, l'or y contracte de la rouille comme les autres métaux. *Voyez* OR, &c.

Les pierres même subissent le sort commun aux métaux : ainsi, en Angleterre, on voit s'amollir & tomber en poussière la pierre de Purbec, dont est bâtie la cathédrale de Salisbury; & M. Boyle dit la même chose de la pierre de Blacaington.

Il ajoute que l'air travaille considérablement sur le vitriol, même lorsque le feu n'a plus à y mordre. Le même auteur a trouvé que les fumées d'une liqueur corrosive agissoient plus promptement & plus manifestement sur un métal exposé à l'air, que ne faisoit la liqueur elle-même sur le même métal qui n'étoit pas en plein air.

2°. L'air volatilise les corps fixes : par exemple, si l'on calcine du sel, & qu'on le fonde ensuite, qu'on le sèche & qu'on le refonde encore, & ainsi de suite plusieurs fois, à la fin il se trouvera tout-à-fait évaporé, & il ne restera au fond du vase qu'un peu de terre. *Voyez* VOLATIL, VOLATILISATION, &c.

Van-Helmont fait un grand secret de chimie de volatiliser le sel fixe de tartre; mais l'air tout seul suffit pour cela : car si l'on expose un peu de ce sel à l'air, dans un endroit rempli de vapeurs acides, le sel tire à lui tout l'acide ; & quand il s'en est *soûlé*, il se volatilise.

3°. L'air fixe aussi les corps volatils : ainsi, quoique le nitre ou l'eau-forte s'évaporent promptement au feu, cependant, s'il y a près du feu de l'urine putréfiée, l'esprit volatil se fixera & tombera au fond.

4°. Ajoutez que l'air met en action les corps qui sont en repos, c'est-à-dire, qu'il excite leurs facultés cachées. Si donc il se répand dans l'air une vapeur acide, tous les corps dont cette vapeur est le menstrue, en étant dissous, sont mis dans un état propre à l'action. *Voyez* ACIDE, &c.

En chimie, il n'est point-du-tout indifférent qu'un procédé se fasse à l'air ou hors de l'air, ou même à un air ouvert, ou à un air enfermé. Ainsi le camphre brûlé dans un vaisseau fermé, se met tout en sel; au lieu que si, pendant le procédé, on découvre le vaisseau, & qu'on en approche une bougie, il se dissipera tout en fumée. De même, pour faire du soufre inflammable, il faut un air libre. Dans une cucurbite fermée, on pourroit le sublimer jusqu'à mille fois, sans qu'il prît feu. Si l'on met du soufre sous une cloche de verre avec du feu dessous, il s'y élevera un esprit de soufre; mais s'il y a la moindre fente à la cloche par-où l'air enfermé puisse avoir communication avec l'air extérieur, le soufre s'enflammera aussitôt. Une once de charbon de bois enfermée dans un creuset bien luté, y restera sans déchet, pendant quatorze ou quinze jours, à la chaleur d'un fourneau toujours au feu, tandis que la millième partie du feu qu'on y a consumé, l'auroit mis en cendres dans un air libre. Van-Helmont ajoute que, pendant tout ce temps-là, le charbon ne perd pas même sa couleur noire; mais que s'il s'y introduit un peu d'air,

il tombe aussitôt en cendres blanches. Il faut dire la même chose de toutes les substances animales & végétales, qu'on ne sauroit calciner qu'à feu ouvert, & qui, dans des vaisseaux fermés, ne peuvent être réduits qu'en charbons noirs.

L'air peut produire une infinité de changemens dans les substances, non-seulement par rapport à ses propriétés mécaniques, sa gravité, sa densité, &c. mais aussi à cause des substances hétérogènes qui y sont mêlées. Par exemple, dans un endroit où il y a beaucoup de marcassites, l'air est imprégné d'un sel vitriolique mordicant, qui gâte tout ce qui est sur terre en cet endroit, & se voit souvent à terre en forme d'efflorescence blanchâtre. A Fahlun en Suède, ville connue par ses mines de cuivre, qui lui ont fait aussi donner le nom de Copperberg, les exhalaisons minérales affectent l'air si sensiblement, que la monnoie d'argent & de cuivre qu'on a dans la poche, en change de couleur. M. Boyle apprit d'un bourgeois qui avoit du bien dans cet endroit, qu'au-dessus des veines de métaux & de minéraux qui y sont, on voyoit souvent s'élever des espèces de colonnes de fumée, dont quelques-unes n'avoient point-du-tout d'odeur, d'autres en avoient une très-mauvaise, & quelques-unes en avoient une agréable. Dans la Carniole, & ailleurs, où il y a des mines, l'air devient de temps en temps fort mal-sain; d'où il arrive de fréquentes maladies épidémiques, &c. Ajoutons que les mines qui sont voisines du cap de Bonne-Espérance, envoient de si horribles vapeurs d'arsenic, dont il y a quantité, qu'aucun animal ne sauroit vivre dans le voisinage; & que dès qu'on les a tenues quelque temps ouvertes, on est obligé de les refermer.

On observe la même chose dans les végétaux: ainsi lorsque les Hollandois eurent fait abattre tous les girofliers dont l'île de Ternate étoit toute remplie, afin de porter plus haut le prix des clous de girofle, il en résulta un changement dans l'air qui fit bien voir combien étoient salutaires dans cette île les corpuscules qui s'échappoient de l'arbre & de ses fleurs: car aussitôt après que les girofliers eurent été coupés, on ne vit plus que maladies dans toute l'île. Un medecin qui étoit sur les lieux, & qui a rapporté ce fait à M. Boyle, attribue ces maladies aux exhalaisons nuisibles d'un volcan qui est dans cette île, lesquelles vraisemblablement étoient corrigées par les corpuscules aromatiques que répandoient dans l'air les girofliers.

L'air contribue aussi aux changemens qui arrivent d'une saison à l'autre dans le cours de l'année. Ainsi dans l'hiver, la terre n'envoie guere d'émanations au-dessus de sa surface, par la raison que ses pores sont bouchés par la gelée ou couverts de neige. Or, pendant tout ce temps la chaleur souterraine ne laisse pas d'agir au-dedans, & d'y faire un fond dont elle se décharge au printemps. C'est pour cela que la même graine semée dans l'automne & dans le printemps, dans un même sol & par un même temps également chaud, viendra pourtant tout différemment. C'est encore pour cette raison que l'eau de la pluie ramassée dans le printemps, a une vertu particulière pour le froment, qui y ayant trempé, en produit une beaucoup plus grande quantité qu'il n'auroit fait sans cela. C'est aussi pourquoi il arrive d'ordinaire, comme on l'observe assez constamment, qu'un hiver rude est suivi d'un printemps humide & d'un bon été.

De plus, depuis le solstice d'hiver jusqu'à celui d'été, les rayons de soleil donnant toujours de plus en plus perpendiculairement, leur action sur la surface de la terre acquiert de jour en jour une nouvelle force, au moyen de laquelle ils relâchent, amolissent & putréfient de plus en plus la glèbe ou le sol, jusqu'à ce que le soleil soit arrivé au tropique, où avec la force d'un agent chimique, il résout les parties superficielles de la terre en leurs principes, c'est-à-dire en eau, en huile, en sels, *&c.* qui s'élèvent dans l'atmosphère. *Voyez* CHALEUR.

Voilà comme se forment les météores qui ne sont que des émanations de ces corpuscules répandus dans l'air. *Voyez* MÉTÉORE.

Ces météores ont des effets très-considérables sur l'air. Ainsi, comme on sait, le tonnerre fait fermenter les liqueurs. *Voyez* TONNERRE.

En effet, tout ce qui produit du changement dans le degré de chaleur de l'atmosphère, doit aussi en produire dans la matière de l'air. M. Boyle va plus loin sur cet article, & prétend que les sels & autres substances mêlées dans l'air, sont maintenus par le chaud dans un état de fluidité, qui fait qu'étant mêlés ensemble, ils agissent conjointement; & que par le froid ils perdent leur fluidité & leur mouvement, se mettent en crystaux, & se séparent les uns des autres. Si les colonnes d'air sont plus ou moins hautes, cette différence peut causer aussi des changemens, y ayant peu d'exhalaisons qui s'élèvent au-dessus des plus hautes montagnes. On en a eu la preuve par certaines maladies pestilentielles, qui ont emporté tous les habitans qui peuploient un côté d'une montagne, sans que ceux qui peuploient l'autre côté, s'en soient aucunement sentis.

On ne sauroit nier non plus que la sécheresse & l'humidité ne produisent de grands changemens dans l'atmosphère. En Guinée, la chaleur jointe à l'humidité, cause une telle putréfaction, que les meilleures drogues perdent en peu de temps toutes leurs vertus, & que les vers s'y mettent. Dans l'île de Saint-Jago, on est obligé d'exposer le jour les confitures au soleil, pour en faire exhaler l'humidité qu'elles ont contractée pendant la nuit, sans quoi elles seroient bien-tôt gâtées.

C'eſt ſur ce principe que ſont fondés la conſtruction & l'uſage de l'hygromètre. *Voyez* HYGROMÈTRE.

Ces différences dans l'air ont auſſi une grande influence ſur les expériences des philoſophes, des chimiſtes & autres.

Par exemple, il eſt difficile de tirer l'huile du ſoufre, *per campanam*, dans un air clair & ſec, parce qu'alors il eſt très-facile aux particules de ce minéral de s'échapper dans l'air : mais dans un air groſſier & humide, elle vient en abondance. Ainſi tous les ſels ſe mêlent plus aiſément, & étant fondus, agiſſent avec plus de force dans un air épais & humide ; toutes les ſéparations de ſubſtances s'en font auſſi beaucoup mieux. Si le ſel de tartre eſt expoſé dans un endroit où il y ait dans l'air quelque eſprit acide flottant, il s'en imprégnera, & de fixe deviendra volatil. De même les expériences faites ſur des ſels à Londres, où l'air eſt abondamment imprégné du ſoufre qui s'exhale du charbon de terre qu'on y brûle, réuſſiſſent tout autrement que dans les autres endroits du royaume où l'on brûle du bois, de la tourbe, ou autres matières. C'eſt auſſi pourquoi les uſtenſiles de métal ſe rouillent plus vîte ailleurs qu'à Londres ; où il y a moins de corpuſcules acides & corroſifs dans l'air, & pourquoi la fermentation qui eſt facile à exciter dans un lieu où il n'y a point de ſoufre, eſt impraticable dans ceux qui abondent en exhalaiſons ſulphureuſes. Si du vin tiré au clair après qu'il a bien fermenté, eſt tranſporté dans un endroit où l'air ſoit imprégné des fumées d'un vin nouveau qui fermente actuellement, il recommencera à fermenter. Ainſi le ſel de tartre s'enfle comme s'il fermentoit, ſi on le met dans un endroit où l'on prépare de l'eſprit de nitre, du vitriol, ou du ſel marin. Les braſſeurs, les diſtillateurs & les vinaigriers font une remarque qui mérite bien d'avoir place ici : c'eſt qu'il n'y a pas de meilleur temps pour la fermentation des ſucs des plantes, que celui où ces plantes ſont en fleurs. Ajoutez que les taches faites par les ſucs des ſubſtances végétales ne s'enlèvent jamais mieux de deſſus les étoffes, que quand les plantes d'où ils proviennent ſont dans leur primeur. M. Boyle dit qu'on en a fait l'expérience ſur des taches de jus de coing, de houblon & d'autres végétaux ; & que ſingulièrement une qui étoit de jus de houblon, & qu'on n'avoit pas pû emporter, quelque choſe qu'on y fît, s'en étoit allée d'elle-même dans la ſaiſon du houblon.

Outre tout ce que nous venons de dire de l'air, quelques naturaliſtes curieux & pénétrans ont encore obſervé d'autres effets de ce fluide, qu'on ne peut déduire d'aucune des propriétés dont nous venons de parler. C'eſt pour cela que M. Boyle a compoſé un traité exprès, intitulé : *Conjectures ſur quelques propriétés de l'air encore inconnues.* Les phénomènes de la flamme & du feu dans le vide portent à croire, ſelon cet auteur, qu'il y a dans l'air une ſubſtance vitale & ſingulière, que nous ne connoiſſons pas, en conſéquence de laquelle ce fluide eſt ſi néceſſaire à la nutrition de la flamme. Mais quelle que ſoit cette ſubſtance, il paroît, en examinant l'air qui en eſt dépouillé, & dans lequel conſéquemment la flamme ne peut plus ſubſiſter, qu'elle y eſt en bien petite quantité en comparaiſon du volume d'air qui en eſt imprégné, puiſqu'on ne trouve aucune altération ſenſible dans les propriétés de cet air. *Voyez* FLAMME.

D'autres exemples, qui ſervent à entretenir ces conjectures, ſont les ſels qui paroiſſent & qui s'accroiſſent dans certains corps, qui n'en produiroient point du tout, ou en produiroient beaucoup moins s'ils n'étoient pas expoſés à l'air. M. Boyle parle de quelques marcaſſites tirées de deſſous terre, qui étant gardées dans un endroit ſec, ſe couvroient aſſez vîte d'une efforeſcence vitriolique, & s'égrugeoient en peu de temps en une poudre qui contenoit une quantité conſidérable de couperoſe, quoique vraiſemblablement elles fuſſent reſtées en terre pluſieurs ſiècles ſans ſe diſſoudre. Ainſi la terre où la mine d'alun & de quantité d'autres minéraux, dépouillée de ſes ſels, de ſes métaux & autres ſubſtances, les recouvre avec le temps. On obſerve la même choſe du fraiſi dans les forges.

M. Boyle ajoute que ſur les enduits de chaux de vieilles murailles, il s'amaſſe avec le temps une efforeſcence copieuſe d'une qualité nitreuſe, dont on tire du ſalpêtre. Le colcothar de vitriol n'eſt point naturellement corroſif, & n'a de lui-même aucun ſel ; mais ſi on le laiſſe quelque temps expoſé à l'air, il donne du ſel, & beaucoup. *Voyez* COLCOTHAR.

Autre preuve qui conſtate ces propriétés cachées de l'air ; c'eſt que ce fluide, introduit dans les médicamens antimoniaux, les rend émétiques, propres à cauſer des foibleſſes de cœur & des brûlemens d'entrailles, & qu'il gâte & pourrit en peu de temps des arbres déracinés qui s'étoient conſervés ſains & entiers pendant pluſieurs ſiècles qu'ils étoient reſtés ſur pied. *Voyez* ANTIMOINE.

Enfin les ſoies dans la Jamaïque ſe gâtent bientôt, ſi on les laiſſe expoſées à l'air, quoiqu'elles ne perdent pas toujours leur couleur ; au lieu que quand on ne les y expoſe pas, elles conſervent leur force & leur teinture. Le taffetas jaune porté au Bréſil y devient en peu de jours gris-de-fer, ſi on le laiſſe expoſé à l'air ; au lieu que, dans les boutiques, il conſerve ſa couleur. A quelques lieues au-delà du Paraguai, les hommes blancs deviennent tannés ; mais dès qu'ils quittent cette contrée, ils redeviennent blancs. Ces exemples, outre une infinité d'autres que nous ne rapportons point ici, ſuffiſent pour nous convaincre que, nonobſtant

toutes les découvertes qu'on a faites jusqu'ici sur l'air, il reste encore un vaste champ pour en faire de nouvelles.

Par les observations qu'on a faites sur ce qui arrive, lorsqu'après avoir été saigné dans des rhumatismes, on vient à prendre du froid, il est avéré que l'air peut s'insinuer dans le corps avec toutes ses qualités, & vicier toute la masse du sang & des autres humeurs. *Voyez* SANG.

Par les paralysies, les vertiges & autres affections nerveuses que causent les mines, les lieux humides & autres, il est évident que l'air, chargé des qualités qu'il a dans ces lieux, peut relâcher & obstruer tout le systême nerveux. *Voyez* HUMIDITÉ, &c. Et les coliques, les fluxions, les toux & les consomptions que produit un air humide, aqueux & nitreux, font bien voir qu'un tel air est capable de gâter & de dépraver les parties nobles, &c. *Voyez* l'article ATMOSPHÈRE.

M. Desaguliers a imaginé une machine pour changer l'air de la chambre d'une personne malade, en en chassant l'air impur, & y en introduisant du frais, par le moyen d'une roue qu'il appelle *roue centrifuge*, sans qu'il soit besoin d'ouvrir ni porte, ni fenêtre; expédient qui seroit d'une grande utilité dans les mines, dans les hôpitaux, & autres lieux semblables, où l'air ne circule pas. On a déja pratiqué quelque chose de semblable à Londres, pour évacuer de ces lieux l'air échauffé par les lumières & par l'haleine & la sueur d'un grand nombre de personnes, ce qui est très-incommode, sur-tout dans les grandes chaleurs. *Voyez Transact. philos. n°. 437. page 41.*

M. Hales a imaginé depuis peu une machine très-propre à renouveler l'air. Il appelle cette machine *le ventilateur.* Il en a donné la description dans un ouvrage qui a été traduit en français par M. de Mours, docteur en médecine, & imprimé à Paris il y a peu d'années. *Voyez* VENTILATEUR] & RENOUVELLEMENT DE L'AIR.

XII. *De l'air relativement à l'économie animale en particulier.* Tous les rapports physiques qui intéressent directement l'économie de notre corps, méritent un examen particulier. L'air est d'abord nécessaire à tous les animaux; ils ont tous un besoin de respirer. Les quadrupèdes sont ceux qui peuvent supporter moins de temps la privation de cet élément. La plupart périssent au bout d'une demi-minute, dans une bonne machine pneumatique à double corps de pompe. Ils sont agités de convulsions, écument, enflent & meurent.

Les oiseaux éprouvent aussi des mouvemens convulsifs, se vuident assez souvent par le bec ou par les voies ordinaires, & périssent bientôt. Ceux qui, volant très-haut, sont accoutumés à un air fort raréfié, meurent plus tard.

Les poissons ne sont pas exceptés de cette loi; ils périssent dans le vide, lorsqu'il est continué; mais indépendamment de cette preuve, nous en avons une autre: nous les voyons souvent s'élancer hors de l'eau pour respirer l'air. En hiver, lorsque la surface des étangs est gelée, ils meurent, si on n'a soin de casser la glace en divers endroits.

Les amphibies & les reptiles ont aussi besoin de l'air, quoiqu'il soit moins pressant. Les grenouilles vivent depuis 6 jusqu'à 20 heures dans le vide; mais enfin elles succombent. Les serpens ont un poumon fort étendu; le grand volume d'air que l'inspiration leur a procuré, les dispense de la nécessité de respirer aussi souvent que les autres animaux; mais, privés absolument d'air pendant un certain temps, ils meurent. Les vipères résistent 60 heures.

Si on bouche avec de l'huile les stigmates des insectes, ils meurent. Une chenille, par exemple, meurt aussitôt, l'air ne pouvant alternativement sortir & rentrer par les stigmates. Des chenilles peuvent rester dans le vide deux ou trois jours mortes en apparence, & reprendre leur vigueur, dès qu'on fait rentrer l'air. Cependant elles meurent bientôt, si on les laisse plus long-temps sous le récipient de la machine pneumatique. Les œufs même des chenilles & des vers-à-soie ne peuvent éclore dans le vide de cette machine. Les insectes aquatiques périssent aussi dans le vide, quoique beaucoup plus tard que les autres animaux. Si on examine avec attention tout ce qui concerne les insectes aquatiques, on sera convaincu de la nécessité de l'air pour eux, même dans des états de métamorphose où il sembleroit qu'ils peuvent se passer d'air. Dans l'eau qui a été stagnante pendant quelque temps, par exemple, dans celle dont les jardiniers se servent pour arroser, on trouve des vers qui un jour se transformeront dans cette espèce d'insecte ailé, si connu sous le nom de cousin. Les organes de la respiration sont, dans ces vers, au-dessous d'un tuyau placé sur un des anneaux de leurs corps, & toujours ils en tiennent le bout un peu au-dessus de la surface de l'eau. Si on les inquiète, ils se précipitent au fond; mais bientôt après ils reviennent près de la surface de l'eau, comme ils étoient auparavant. Les vers du cousin vivent, à la vérité, plusieurs jours dans le vide; ils y nagent avec vivacité, & s'y transforment. Les cousins marchent sur la surface de l'eau, sans se servir de leurs aîles; mais ensuite ils périssent par un vide trop continué. On connoît une espèce de teigne aquatique qui ensuite devient une mouche à quatre aîles; lorsqu'avant sa métamorphose elle passe, comme tous les insectes, par un état de mort apparente, qu'elle est chrysalide; ces teignes ont encore besoin de respirer l'air qui est dans l'eau; elles ont soin de fermer les deux bouts de leurs fourreaux, seulement avec de gros fils de soie qui se croisent, afin que l'air puisse y entrer librement. Ainsi tous les animaux, même ceux qui

paroissent s'écarter de la loi générale, y rentrent, & l'air est nécessaire à leur respiration.

Les jeunes animaux cependant, en qui le trou botal n'est pas fermé, peuvent résister plus long-temps à l'épreuve du vide, parce que le sang reprend son ancienne route. On prétend qu'on a trouvé le trou botal ouvert dans quelques adultes; on a cité l'exemple du jardinier de Tronningolm, qui étoit dans le même cas, & qui pouvoit rester plusieurs heures sous l'eau. Ce fait certainement n'est pas impossible, si le trou botal étoit ouvert, mais il n'est pas bien prouvé. On a encore cité le fameux plongeur Pescecola (Nicolas poisson) en Sicile, au quinzième siècle, qui avoit le trou botal ouvert, & pouvoit rester 2 ou 3 heures sous l'eau. Ceci supposé, il seroit à souhaiter, pour le dire en passant, qu'on plongeât, après leur naissance, les animaux dans l'eau, pour empêcher le trou botal de se fermer; alors ils ne pourroient pas se noyer.

La nécessité de respirer l'air s'observe encore jusque dans les animaux microscopiques; car on voit, par exemple, les petites anguilles du vinaigre s'amasser en beaucoup plus grand nombre vers la surface de la liqueur que par-tout ailleurs; & si elles descendent quelquefois au fond du vaisseau qui les renferme, elles remontent bientôt après jusqu'au haut pour y respirer.

Dans les cours de physique, on fait plusieurs expériences pour prouver la nécessité de l'air pour la respiration. On met un oiseau sous le récipient de la MACHINE PNEUMATIQUE (*Voyez* ce mot): dès qu'on fait le vide, on voit l'animal bientôt inquiet, agité de mouvemens convulsifs, rendre les excrémens, tomber & périr. Dès qu'on pompe l'air du récipient, on ne fait autre chose que raréfier cet air, le rendre moins dense que celui de l'atmosphère que l'animal respiroit; & cette soustraction d'une partie de la masse de l'air, cette raréfaction dans ce fluide, si nécessaire à la respiration, produit la mort. Les déjections par l'anus sont un effet de l'expansion de l'air renfermé dans le corps de l'animal, expansion qui est une suite de la diminution de pression de l'air qui environne l'oiseau. Les oiseaux qui volent très-haut soutiennent mieux le vide que les autres. L'hirondelle, par exemple, y vit plus long-temps que le moineau, &c. Un petit oiseau périt dans le vide en moins d'une demi-minute.

On place encore des lapins, des chiens & des chats, sous le récipient de la machine pneumatique. En évacuant l'air, on observe ces animaux s'agiter & éprouver des mouvemens convulsifs très-violens; on les voit sauter, tomber, se relever avec force, &c. sur-tout si on ne fait pas agir la pompe pneumatique avec rapidité. Les évacuations d'excrémens ont également lieu. Un chat fait les mêmes grimaces que s'il crioit; il s'efforce de grimper contre le verre, il enfle, il écume & meurt bientôt, à moins que l'expérience ne soit faite peu de jours après sa naissance, le trou botal n'étant pas encore fermé.

Les poissons, mis sous le récipient de la machine pneumatique, dans un grand vase contenant de l'eau, présentent d'autres phénomènes. Supposons qu'on y ait mis, par exemple, des carpes; on observe, 1°. qu'après plusieurs coups de piston, le corps du poisson est tout couvert de petites bulles qui sortent d'entre les écailles, & se ramassent sur leurs bords, que l'air sort encore de leurs ouies & de leurs bouches; 2°. que plus on répète les coups de piston, plus le mouvement de la bouche & celui des opercules sont fréquens; 3°. que pour lors le poisson vient à la surface de l'eau, qu'il semble y respirer plus librement, & que son ventre s'enfle beaucoup; 4°. que si on pompe avec force, les bulles d'air disparoissent toutes, que le ventre se désenfle tout-à-coup, que l'animal descend au fond, & qu'il y expire ensuite, après plusieurs mouvemens convulsifs. 5°. Si on ouvre le poisson, on observera que la vessicule aérienne qui est dans son corps sera désemplie, & jamais crevée: son tissu est trop fort pour ne pas résister puissamment à l'expansion de l'air qui y est contenu. Si on souffle cette vessie avec un tuyau de verre, elle s'enfle comme dans l'état naturel; ce qui prouve qu'elle n'a point été déchirée, comme quelques physiciens l'ont avancé sans preuve.

Il n'est pas étonnant que l'air, contenu sous les écailles des poissons, dans les cavités de leur corps, étant très-élastique & expansible, ne sorte des interstices & des espaces où il étoit contenu, lorsque la pression extérieure de l'air environnant lui permettra d'augmenter le volume, & que pour rétablir l'équilibre, il se répandra dans l'espace ambiant d'où l'on a chassé l'air atmosphérique: cet effet se conçoit aisément. Mais pourquoi le poisson s'élève-t-il à la surface de l'eau, lorsqu'on fait le vuide, sans pouvoir descendre au fond, & ensuite après qu'on a fait rentrer l'air dans le récipient, reste-t-il au fond, sans pouvoir s'élever de nouveau à la surface? ce phénomène est entièrement hydrostatique. Lorsqu'on pompe l'air du récipient, le corps du poisson & sa vessie sont moins pressés qu'auparavant, la vessie augmente de volume, ainsi que le corps. Devenant ainsi plus léger qu'un égal volume d'eau, le poisson surnage nécessairement. Mais à mesure qu'on évacue l'air du récipient, une portion de l'air intérieur de la vessie se dilatant trop, sort de cette capacité sans que le volume distendu de la vessie diminue. D'où il résulte que, lorsqu'on fait rentrer l'air dans le récipient, la vessie sera comprimée par toute la puissance de la colonne d'air qui lui répond; son volume sera alors plus petit qu'il n'étoit avant l'émigration de l'air de la vessie; la totalité du corps deviendra

donc plus pesante spécifiquement qu'elle ne l'étoit dans l'état naturel; & le poisson qui rampe au fond, ne pourra s'élever, parce que l'air ne pourra rentrer dans la vessie. C'est par un mécanisme à-peu-près semblable, que les poissons à vessie, qui forment le grand nombre, s'élèvent ou descendent dans l'eau. La nature leur a donné le pouvoir de resserrer ou de dilater leur vessie. Lorsqu'ils diminuent l'étendue de cette vessie, ils sont moins gros sans être d'un moindre poids, & ils descendent au fond de l'eau; s'ils dilatent leur vessie, leur corps déplaçant une plus grande quantité d'eau, est plus soutenu par les colonnes d'eau qui leur répondent en plus grand nombre; ils deviennent conséquemment plus légers spécifiquement, & ils s'élèvent. *Voyez* HYDROSTATIQUE.

Ajoutons ici pour confirmer ces vérités, que les plantes ne croissent presque plus dans le vide, & qu'elles périssent ensuite, que leurs graines n'y germent pas. Les transactions philosophiques rapportent que la même graine de laitue ayant été mise dans deux pots dont l'un fut laissé à l'air libre, & l'autre sous un récipient vide d'air, la première produisit des plantes qui s'élevèrent à deux pouces & demi de hauteur en huit jours, tandis qu'il ne parut rien dans l'autre. L'air ayant été rendu à cette dernière, la graine germa aussitôt & donna des plantes. Ainsi, la nécessité de l'air a lieu pour les végétaux.

Mais quelle est la cause de la mort de l'animal dans le vide? il n'est pas douteux qu'une grande privation d'air ne soit capable de faire périr un animal dans le vide, parce que, dans l'état naturel & ordinaire, l'air est nécessaire pour la respiration, & celle-ci pour la circulation du sang, fonctions essentielles pour les animaux: ainsi on ne peut former un doute sous ce rapport. La question doit donc s'entendre de la cause d'un animal qui, après les premiers coups de piston, meurt sous le récipient de la machine pneumatique. Ce n'est pas la privation absolue de l'air qui le fait périr, car il est impossible de priver de tout air le récipient, parce que l'évacuation ne s'en fait que selon une progression géométrique, & que d'ailleurs après le petit nombre de coups de piston qui occasionnent la mort d'un animal, il reste encore beaucoup d'air sous le récipient dans lequel il périt. Ce n'est pas non plus tel ou tel degré de raréfaction de l'air, car il n'y en a point de déterminé; & au même degré où on fait mourir un animal, on peut le conserver en vie en l'accoutumant peu-à-peu a respirer cet air raréfié, ainsi que l'expérience le prouve.

Supposons deux oiseaux, ou deux autres animaux égaux en force; qu'on en place un sous le récipient de la machine pneumatique, qu'on raréfie l'air en comptant le nombre des coups de piston, ou plutôt en examinant les degrés de raréfaction, marqués sur l'échelle de l'éprouvette. (*Voyez* EPROUVETTE, lorsque l'animal meurt. Substituez ensuite l'autre animal vivant, égal en force au premier; après avoir un peu raréfié l'air, laissez les choses dans cet état pendant quelques momens, rendez un peu d'air, pompez de nouveau, & répétez la manœuvre précédente plusieurs fois successivement, en augmentant toujours un peu plus le degré de raréfaction de l'air du récipient. Vous verrez que l'animal vivra non-seulement à un degré de raréfaction où l'autre étoit mort, mais encore à un degré où l'air sera notablement plus rare. La raison de cet effet vient de ce qu'en pompant l'air lentement, l'air intérieur du corps des animaux se met peu-à-peu en équilibre de densité avec l'air environnant, & la différence entre le ressort de l'air intérieur & la pression extérieure, devient nulle ou presque nulle. On ne peut donc pas assigner un degré déterminé de raréfaction dans l'air, qui soit la cause de la mort d'un animal dans le vide, à moins que ce degré d'exhaustion de l'air ne soit considérable. (On peut dire cependant, en général, que la plupart des animaux, sur-tout les quadrupèdes & les oiseaux, meurent lorsqu'on a évacué les deux tiers de l'air du récipient.) Il en est, à quelques égards, de l'animal qu'on accoutume peu-à-peu à vivre dans un air raréfié sous le récipient de la machine pneumatique, comme d'un homme qui seroit peu-à-peu transporté du pied d'une montagne sur son sommet; il ne s'apperçoit pas du changement de densité, ou plutôt de rareté de l'air. Il en seroit de même s'il passoit insensiblement du fond d'une mine profonde, aux hautes régions de l'atmosphère où peuvent atteindre les aérostats. Si, au contraire, ce passage se faisoit tout-à-coup, il en seroit extrêmement incommodé. Le mal seroit encore plus grand, s'il s'élevoit rapidement à ces couches de l'atmosphère où les aérostats n'ont pu encore parvenir.

On ne sauroit douter que la cause dont nous venons de parler, n'influe beaucoup sur l'économie animale, & ne puisse même occasionner la mort, lorsqu'elle est portée à un certain point, dans un petit espace de temps, & qu'elle ne concoure efficacement, avec la privation de l'air respirable, à produire la mort d'un animal dans le vide. Pour le prouver, plaçons sous le récipient de la machine pneumatique l'appareil représenté dans la *figure 276*, dont la pièce essentielle est un tube de verre tortueux d'un petit diamètre, contenant de l'eau ou de l'esprit-de-vin coloré en rouge. Dès qu'on fait agir la pompe pneumatique, on observe que l'air, contenu intérieurement dans la liqueur colorée, se dilate successivement, & fait voir des interruptions plus ou moins grandes dans la masse de la liqueur; de telle sorte que ces différentes parties d'air entremêlées parmi celles de la liqueur, forment une solution multipliée de continuité; effet qui résulte du ressort & de l'expansibilité de l'air de la liqueur, qui n'est plus

comprimé par le poids de l'air extérieur. Dès qu'on fait rentrer l'air dans le récipient, les bulles dilatées sont de nouveau comprimées, & on n'apperçoit presque plus de dissolution de continuité; je dis presque plus, parce que communément on en apperçoit quelques-unes qui résultent de ce que plusieurs portions d'air intérieur, originairement séparées, se sont extraordinairement réunies, & que la pression de l'air qui rentre, n'est plus suffisante pour les comprimer au point de les rendre insensibles.

Ce qu'on observe dans cette expérience, a lieu dans le système général des liqueurs contenues dans le corps animal. L'air, renfermé dans ces liqueurs différentes, éprouve une expansion qui produit un grand nombre d'interruptions dans leurs masses; la circulation du sang ne peut qu'en être interrompue, & sa nécessité est si grande, qu'on ne sera point étonné que de cette suspension, que de l'engorgement général de tous les liquides, la mort n'en résulte. D'où il suit que cette cause doit concourir avec celle de la raréfaction de l'air portée à un certain point, laquelle rend l'air impropre à la respiration, le jeu alternatif d'inspiration & d'expiration ne pouvant avoir lieu dans ce cas.

Il est inutile d'observer que, dans un animal placé dans le vide, ce ne sont pas seulement les liqueurs & l'air qui y est renfermé qui augmentent de volume, mais encore les vaisseaux qui les contiennent. Ceux-ci éprouvent une grande distention capable de rompre les fibrilles & les dernières ramifications de ces vaisseaux. Les liqueurs animales sortent alors de leurs réservoirs, & s'extravasent en plus ou moindre quantité. Maintenant on ne sera pas étonné que les animaux se vident assez souvent par les voies ordinaires, par un effet de l'expansion de l'air intérieur, ainsi que nous l'avons dit; & que, de toute la surface de leurs corps, il y ait une sueur plus ou moins abondante, selon la nature des animaux. Les plumes & les poils empêchent ordinairement de s'en appercevoir; mais si on en dépouille l'animal, on en sera convaincu. Une expérience plus facile à faire ne permet pas d'en douter. Si on place la paume de la main sur un petit récipient, ou tube de verre ouvert par ses deux extrémités, & qu'on fasse le vide, on verra la sueur sortir de la surface de la main qui répond à l'ouverture supérieure. On sait que les bords de cette ouverture sont arrondis. *Voyez* PESANTEUR *de l'air*.

Ajoutons ici que les animaux à qui on a fait plusieurs fois de suite subir l'épreuve du vide, y résistent mieux après. Je me suis servi quelques jours de suite d'un même oiseau, qui, quoique affroidi, résistoit mieux qu'un animal vigoureux de même expèce, qui n'avoit point encore été mis en expérience. On doit cependant convenir que, plusieurs jours après l'expérience, les animaux soumis à l'épreuve du vide, & auxquels on a rendu l'air à-propos, meurent par une suite de l'air & des liquides extravasés. L'expérience relative à la *figure* que nous venons de citer immédiatement, celle du tube capillaire tortueux, rempli d'eau colorée ou d'esprit-de-vin, le démontre.

La rentrée subite & rapide de l'air dans les poumons des animaux soumis à l'expérience du vide, & qu'on désire de conserver en leur rendant l'air, est encore une cause du mal-aise qu'ils en ressentent, & capable d'occasionner leur mort quelques jours après. Selon le calcul qu'on en a fait, l'air de l'atmosphère, en entrant dans le vide, va avec une vîtesse qui lui feroit parcourir 1305 pieds dans une seconde, c'est-à-dire, selon le docteur Papin, que la vîtesse avec laquelle l'air entre dans un récipient vide, lorsqu'il y est poussé par la pression de toute l'atmosphère, est à raison de 1305 pieds pendant l'espace d'une seconde, ce qui fait 889 mille par heure, vîtesse près de 18 fois plus grande que celle des plus fortes tempêtes, qui est estimée être environ de 50 mille par heure. Or, qui pourra se persuader que cette impulsion rapide de l'air qui rentre dans les poumons particulièrement, que ce choc terrible dont la vîtesse est d'autant plus grande que l'air intérieur a été plus raréfié? qui pourra se persuader que cette cause n'influe pas puissamment sur la mort des animaux soumis à l'épreuve du vide?

L'air est non seulement nécessaire aux animaux, mais encore il doit être pur; car s'il est vicié, il trouble singulièrement les fonctions de l'économie animale, & l'animal peut périr si l'air est chargé à un certain point de substances hétérogènes, ainsi que l'expérience le prouve, en employant l'appareil suivant qu'on voit dans la *figure* 151, sur une platine circulaire B, B, on place un trepied surmonté d'une tablette C, C, sur laquelle on pose le vase de terre cuite D, dans lequel on met un morceau de fer E, concave dans sa partie supérieure & rougi au feu. Le tout est recouvert après y avoir mis un animal, d'un récipient cilindrique de verre A, A, B, ouvert par ses deux bouts & fermé supérieurement par une platine A, A, percée au milieu, pour y recevoir un entonnoir H.

Ceci supposé, voici les résultats des expériences qu'a faites Musckenbroeck, & que je répète dans mes cours publics de physique. Si on verse de l'eau par l'entonnoir, elle se change en vapeur épaisse qui cause à un oiseau de fortes inquiétudes, en lui occasionnant des convulsions, néanmoins il n'en meurt pas. La vapeur du vinaigre produit le même effet sur un autre oiseau. Celle de l'esprit-de-vin fait tomber en convulsion un nouvel oiseau qui vacille de moment à autre; ordinairement il ne se rétablit pas comme dans les deux cas précédens. La fumée d'esprit de térébentine suffoque l'animal qu'on soumet à cette épreuve. J'y ai vu périr non seule-

ment des oiseaux, mais des lapins. Il en est de même de celles de l'huile d'olive, & de l'huile de pétrole; les oiseaux tombent alors en convulsion, chancellent, tombent dans l'espace d'une minute, & ne peuvent plus se soustraire à la mort. Les vapeurs d'alkali volatil fluor produisent de fortes convulsions, quoique toujours incommodes, quelques-uns en échappent. On peut facilement multiplier ces expériences.

La vapeur des charbons, qui fument fait tomber les animaux qu'on y expose, & ils périssent aussitôt, à moins qu'on ne les retire aussitôt pour leur donner des secours. Mais rien n'est plus nuisible que la vapeur du soufre, car si on laisse tomber sur le fer rougi, de la fleur de soufre par l'entonnoir, un animal quelconque périt sans ressource & dans l'instant. J'ai fait plusieurs fois cette épreuve sur des chiens, des chats, des moineaux, des poulets & des canards. Quand on a vu ces expériences, on n'est point surpris qu'on ait toujours regardé comme le poison le plus subtil & le plus mortel pour tous les animaux, la vapeur du soufre. Aussi jusqu'à présent n'en a-t-on point trouvé d'aussi efficace pour faire périr ces insectes destructeurs qui rongent les collections d'oiseaux, de quadrupèdes & les suites d'entomologie qui composent les cabinets d'histoire naturelle. Je m'en suis servi plusieurs fois avec succès, je puis l'assurer, pour conserver les diverses suites d'animaux qui composent mon cabinet d'histoire naturelle.

On peut faire cette suite d'expériences que je viens de rapporter avec un autre appareil, & en employant la machine pneumatique, ainsi qu'on le voit dans la *figure* 277. On place sous le récipient un animal; lorsqu'on fait agir la pompe pneumatique, la fumée des charbons est portée par la pression de l'air extérieur du réchaud dans l'entonnoir, dans le tube de communication, & ensuite dans le récipient. On peut faire entrer de cette vapeur en plus grande quantité, en multipliant les coups de la pompe pneumatique. On intercepte à volonté la communication entre le réchaud & le récipient, par le moyen du robinet de l'entonnoir qu'on ouvre ou ferme, selon qu'on le juge à propos. De cette manière on peut varier les expériences, & observer attentivement les divers effets des vapeurs de différens genres sur plusieurs espèces d'animaux, & comparer les résultats. On peut mettre de l'encens sur les charbons ardens du réchaud, du soufre, &c. &c.

On ne sera donc pas surpris des maux qui arrivent si souvent, lorsque l'air qu'on respire est altéré & vicié par différentes causes. Les personnes qui ont l'imprudence de dormir dans les appartemens où elles ont laissé de la braise mal éteinte, des charbons qui fument encore; celles qui respirent les exhalaisons qui émanent du blé renfermé dans des greniers, ou d'autres végétaux accumulés dans des granges; celles qui habitent dans des appartemens nouvellement blanchis à la chaux, sont toutes la victime de leur ignorance ou de leur imprudence.

La fumée des bougies, & des chandelles surtout, des lampes multipliées, altère aussi beaucoup l'air. Des oiseaux soumis à cette épreuve, dans l'appareil précédent, meurent bientôt; & ces animaux y périssent d'autant plus tôt, qu'on y allume un plus grand nombre de chandelles. En disséquant ceux qu'on a fait mourir par ce procédé, on observe que le poumon est plus rouge qu'il ne devroit être, que le cœur & les gros vaisseaux sont alors distendus par une trop grande abondance de sang, & qu'une partie de l'air intérieur est consommé, ou qu'il a perdu de son ressort. Cette multiplicité de lustres, de bougies & de lampes, qui brûlent dans les spectacles, jointes aux émanations de la respiration & de la transpiration d'une multitude de personnes, doivent donc beaucoup vicier l'air: aussi voit-on assez souvent des personnes délicates y tomber en défaillance.

L'air est nécessaire à l'entretien du feu, en général, à toute combustion; car la combustion n'est qu'une combinaison de l'oxigène, ou base de l'air vital, avec les corps susceptibles de combustibilité. Après la combustion, le gaz oxigène, qui est une des parties constituantes de l'air atmosphérique, étant donc consommé, le résidu de l'air doit n'être, en grande partie, que du gaz azote, entièrement impropre à la combustion & à la respiration; d'où il suit qu'après la combustion, le volume & la masse de l'air vicié ont dû diminuer très-sensiblement. *Voyez* les mots COMBUSTION, FEU.

L'air non-renouvellé est très-nuisible à l'économie animale, parce qu'il est bientôt vicié par les émanations différentes qui s'exhalent des substances qu'il contient. La transpiration pulmonaire & cutanée sont capables d'altérer l'air en peu de temps, & de produire des effets bien pernicieux. L'expérience suivante que je fais dans mes cours de physique, frappe singulièrement tous ceux qui en sont témoins. Prenez un bocal de verre, plongez-y une bougie allumée, la flamme s'y conservera. Otez ensuite cette bougie; mettez à votre bouche un tube de verre, ou de papier fait à l'instant, inspirez par ce moyen l'air du bocal, en fermant les narines avec les doigts, & en faisant une ou deux profondes inspirations, après lesquelles vous chasserez lentement par l'expiration l'air du poumon dans ce bocal. Vous observerez qu'en plongeant de nouveau la bougie allumée, elle s'éteindra; ce qui prouve que la respiration est capable de vicier l'air au point de le rendre absolument impropre à être respiré. D'où on conclut qu'il y a du danger à rester trop long-temps dans un lit au fond d'une alcove & environné de rideaux, comme ne le pratiquent que trop les personnes qui n'ont pas des notions de physique, & dont la santé s'affoiblit & s'altère

s'altère de cette manière. Aussi les animaux renfermés pendant quelque temps sous un récipient, même assez-grand, dont l'air ne se renouvelle pas, meurent-ils bientôt; un lapin peut être mis facilement à cette épreuve. La raison en est, que la transpiration & la respiration vicient l'air; peu de temps même après le commencement de l'expérience, les parois du récipient sont humides.

On comprendra facilement comment les prisonniers qui sont renfermés dans de petits cachots exactement fermés de tous côtés; un grand nombre de malades qui sont dans les hôpitaux; les gens de mer qui sont renfermés dans un petit espace, & sur-tout à fond de calle pendant la tempête; comment toutes ces personnes sont souvent attaquées de différentes maladies, principalement de fièvres malignes produites sur-tout par les exhalaisons qui s'échappent par la transpiration. On observe même très-souvent que quantité de personnes très-saines & très-robustes qui fréquentent les hôpitaux, sont attaquées de fièvres malignes avant qu'elles se soient accoutumées à respirer l'air putride qu'on y respire; on y remarque aussi habituellement que les opérations chirurgicales qu'on y pratique, n'y réussissent jamais parfaitement bien, quoiqu'elles soient faites par les chirurgiens les plus expérimentés, &c. &c. *Muschenbroeck*.

C'est par cette cause qu'on explique la mort subite de personnes qui ont été exposées aux exhalaisons de différentes ouvertures, puits, fossés d'aisance, antres, mines, caves, tombeaux, cuves; aux émanations de diverses matières en fermentation, en putréfaction, en effervescence, &c.; c'est par cette raison que les personnes d'un tempérament délicat souffrent plus ou moins, ou même tombent en défaillance lorsqu'elles entrent dans des salles où un grand nombre de personnes sont rassemblées, sur-tout s'il y a beaucoup de bougies allumées, comme les salles de compagnie, celles de spectacle, &c.

Rapportons quelques faits qui démontreront ces vérités. Les funestes effets de la vapeur du charbon ne sont guères révoqués en doute; mais presque tous les jours on voit des victimes de l'imprudence ou de l'ignorance. Le premier mars 1785, ces effets furent constatés de nouveau à Salisbury, d'une manière frappante. Mistriss Seymour étant, depuis quelque temps, d'une mauvaise santé, ses deux sœurs & une garde voulurent passer la nuit avec elle. Vers le matin une servante, entrant dans cette chambre, trouva ces quatre personnes couchées en divers endroits; elle courut aussitôt appeler du secours, mais ce ne fut que trop tard pour les trois premières; il n'y eut que la dernière qui put en profiter. Celle-ci revenue à elle, déclara que, vers minuit, le froid les ayant incommodées, & la chambre étant sans cheminée, elle étoit allée allumer du charbon dans un réchaud qu'elle avoit porté dans cette chambre, après que la fumée étoit passée; qu'ensuite elle s'étoit couchée à côté de mistriss Seymour; qu'ayant observé que sa sœur & la garde paroissoient tomber en défaillance, & trouvant la chambre trop échauffée, elle avoit porté dehors le réchaud; qu'étant aussitôt rentrée pour secourir sa sœur, elle étoit tombée à la renverse; que quoiqu'elle eût fait diverses tentatives, à certains intervalles, pour porter secours à sa sœur, elle n'avoit jamais pu y réussir, & qu'enfin elle avoit perdu elle-même connoissance.

Un maître plombier de Soissons étant descendu, il y a quelques années, avec deux de ses garçons, dans un puits, pour y souder un tuyau de plomb, à 25 pieds de profondeur, ils eurent l'imprudence de descendre avec eux une terrine de charbon, pour faire chauffer leurs fers. Ils y restèrent pendant deux heures, occupés à travailler; mais ils furent obligés, pendant ce temps, de remonter tous les quarts-d'heure, à cause des vapeurs qui les rendoient ivres. Peu après on les trouva couchés sur l'espèce de plancher qu'ils s'étoient construits au niveau de l'eau du puits. Heureusement on les rentra à temps, & les secours qu'on leur administra furent assez efficaces pour les rappeler à la vie. On peut voir dans mon *journal des sciences utiles*, année 1790, tom. 11, pag. 325, les moyens qu'on employa.

M. de la Condamine rapporte, dans sa relation du voyage du Pérou, que, dans la province de Quito, il y a un fossé où les lapins & les oiseaux meurent, & que s'ils y sont exposés à une certaine hauteur, ils n'en sont point incommodés. Telle est aussi la Grotte du Chien en Italie: dans ces circonstances, & dans plusieurs autres analogues, ces effets pernicieux dépendent du gaz fixe ou gaz acide carbonique de la nouvelle nomenclature. Sur le mont Parnasse, près de Paris, on voyoit, il y a quelque temps, une ouverture d'où il sortoit des exhalaisons qui portoient à la tête, & qui enivroient.

L'accident terrible, arrivé à Saulieu en Bourgogne, le 20 avril 1773, exige d'être rapporté. Des fossoyeurs découvrirent le cercueil d'un corps enterré le 3 mars précédent. En descendant un nouveau cadavre dans cette fosse, sa bière & celle du corps qu'on avoit découvert s'entr'ouvrirent. Une odeur fétide se répandit aussitôt, & tous les assistans furent forcés de sortir. De 120 jeunes gens des deux sexes, qu'on préparoit à des exercices de religion, 114 tombèrent dangereusement malades, d'une fièvre putride vermineuse, accompagnée d'hémorragie, éruption & disposition inflammatoire: 18 personnes en moururent, &c. &c.

Le chevalier Pringle rapporte qu'en 1750, le lord maire, trois juges, & plus de quarante per-

ſonnes moururent par l'effet d'une vapeur exceſſivement maligne qui s'éleva dans une ſalle où on avoit amené des criminels pour les juger: cette vapeur fut portée ſur eux par un courant d'air occaſionné par une des fenêtres de la ſalle qu'on avoit ouverte. *Voyez* MIASME, MÉPHITISME, CHARBON.

La reſpiration attire l'air, ainſi que nous l'avons prouvé par l'expérience du bocal où la bougie s'éteint après une profonde inſpiration & expiration. Diverſes opinions ont été imaginées pour expliquer comment la reſpiration peut vicier l'air, & le rendre enſuite propre à être de nouveau reſpiré. Les uns ont dit que l'air inſpiré ſe chargeoit de phlogiſtique; les autres que l'air perdoit, au contraire, de ſon phlogiſtique; quelques-uns, &c. Mais ces hypothèſes, toutes infiniment oppoſées entr'elles, prouvent qu'il n'y a rien de certain ſur cet objet: d'ailleurs, elles ne ſont appuyées ſur aucunes bonnes raiſons. L'exiſtence du phlogiſtique, comme on l'entend ordinairement, n'eſt pas démontrée, il s'en faut de beaucoup. Des ſavans diſtingués, qui ont fait des recherches ſuivies ſur cette matière, penſent que ce phlogiſtique eſt un être chimérique qu'on emploie ſelon le beſoin des ſyſtêmes.

L'expérience ſuivante ſera plus ſatisfaiſante que toutes les hypothèſes qu'on pourroit rapporter. Placez ſous l'appareil repréſenté dans la *fig. 351*, une poule, un lapin, un petit chien, &c. Ce récipient mis ſur une eſpèce de guéridon où j'ai fait pratiquer une rainure circulaire, pour y mettre de l'eau, ou mieux du mercure, afin que l'air ne s'échappe pas par le bas, le tube recourbé permet à l'air de ſortir ou d'entrer par le haut du récipient, & l'animal renfermé y reſpire librement. Mais dès qu'on verſe de l'eau colorée dans ce tube, on intercepte toute communication entre l'air de l'atmoſphère & celui qui eſt contenu dans le récipient. Auſſi remarque-t-on qu'à chaque inſpiration de l'animal, la liqueur s'élève au-deſſus de ſon niveau (qu'on a eu ſoin de marquer par un fil ou ſigne quelconque), & qu'à chaque expiration, elle revient à-peu-près au même point; effet qui marque d'abord, d'une manière viſible, la reſpiration alternative de l'animal; mais, après un certain temps, on obſerve que la liqueur s'élève plus haut que dans le commencement de l'expérience, & cela d'un nombre de degrés qui ira toujours en augmentant, & qui ſera très-viſible ſur une petite règle graduée qu'on y place.

Cet effet vient directement de la peſanteur de l'air qui, par l'ouverture extérieure, preſſe plus efficacement la liqueur, pour la faire monter dans le tube du côté de la capacité intérieure du récipient. Mais cette preſſion de l'air extérieur ne peut prévaloir, dans cette circonſtance, ſur la réaction de la maſſe d'air renfermée dans le récipient, qu'autant que celle-ci perd de ſon reſſort ou une partie de ſa maſſe. Il eſt difficile de décider, par voie d'expérience, ſi l'air reſpiré a perdu de ſon élaſticité; & ſi c'eſt à ce défaut de reſſort qu'il faut attribuer la prépondérance qu'obtient alors l'action de la colonne d'air qui paſſe par l'orifice extérieur du tube recourbé; ou ſi elle dépend d'une diminution de la maſſe d'air contenue dans le récipient, dont l'animal aura abſorbé ou conſommé une partie. Les modernes penſent que ce dernier ſentiment eſt plus probable; que l'air, dans l'acte de la reſpiration, eſt affecté de la même manière que dans la *combuſtion* & la calcination, où il perd une partie du gaz oxigène qui le compoſe. Nous verrons ailleurs des preuves de cette doctrine, en traitant des gaz & de tout ce qui y a rapport. En effet, la reſpiration n'eſt qu'une eſpèce de combuſtion qui diminue l'air, ou plutôt le décompoſe. *Voyez* COMBUSTION.

Ajoutons ici que l'effet de l'expérience précédente eſt toujours beaucoup plus grand qu'il ne paroît; car le corps de l'animal échauffe néceſſairement la maſſe d'air renfermée dans le récipient. Or, cette chaleur communiquée doit tendre à en augmenter le volume, conſéquemment à faire baiſſer la liqueur colorée dans la grande branche du ſyphon, au-deſſous du premier niveau qui a été marqué; ainſi l'abſorption ou conſommation de l'air eſt plus grande que les apparences ne l'indiquent.

Les expériences ſuivantes de M. Cigna, de l'académie de Turin, méritent d'être citées. Il ſuſpendit d'abord une cloche de verre, pouvant contenir environ ſeize pouces d'eau, ſur un autre vaiſſeau plein d'eau, de ſorte que le bord du récipient étoit plongé dans ce liquide, à la profondeur de trois travers de doigt. Une poulie étoit ſuſpendue à la partie ſupérieure & interne du récipient; cette poulie étoit traverſée par une petite corde dont un des bouts étoit attaché à une petite cage; l'autre extrémité, paſſant par-deſſous les bords du récipient & à travers l'eau, aboutiſſoit à la main du phyſicien, & lui ſervoit à élever & à baiſſer la cage, enfin à la retirer du récipient, en la faiſant paſſer à travers l'eau. Par ce moyen, on pouvoit introduire dans le récipient un oiſeau renfermé dans ſa cage, & le retirer à volonté, ſans changer l'état de l'air, à cauſe de l'obſtacle que l'eau du récipient lui oppoſoit de tous côtés. Cet appareil fut ainſi diſpoſé, & un chardonneret introduit dans cette eſpèce de priſon.

Pendant les deux premières heures, cet oiſeau abſorba tellement l'air ou le vicia, que l'eau s'éleva environ à deux pouces au-deſſus de ſon niveau, & l'élévation augmenta enſuite peu-à-peu. L'oiſeau ne parut pas ſouffrir dans le commencement; mais, peu de temps après, la reſpiration devint laborieuſe, les angoiſſes augmentèrent; &

après quatre heures & un quart, il fut suffoqué. Ce chardonneret étant retiré, un second fut aussitôt introduit par le même moyen. Il y fut suffoqué en deux minutes; &, dès le commencement, la respiration fut cruellement laborieuse, quoique quelques bulles d'air se fussent introduites dans le récipient, lors du passage de la cage. Un troisième chardonneret n'y vécut qu'une minute, & le quatrième y périt dans une seconde. D'autres oiseaux furent introduits dans cet air vicié, & sur-le-champ ils furent attaqués de convulsions violentes, de vomissement, d'assoupissement profond. L'eau, après les quatre premières heures, n'a plus paru s'élever sensiblement. On versa ensuite une partie de cette eau, de manière que, l'air étant moins condensé dans le récipient, l'eau revint à son premier niveau. Un nouveau chardonneret fut introduit, & il n'y vécut pas une minute.

On a observé que la durée de la vie des animaux ainsi renfermés dans l'air vicié, est en raison directe du volume de l'air, & inverse du nombre des animaux renfermés. M. Verati, qui a fait cette observation, assure cependant avoir remarqué une différence dans les grenouilles; elles ne périssent pas plus tôt, quel que soit le nombre employé à ces expériences. La respiration de ces animaux ne paroît point être laborieuse, quoiqu'ils vicient l'air & y périssent comme les autres animaux renfermés.

M. Cigna, ayant desiré de nouvelles connoissances sur cet objet, fit des expériences intéressantes. Pour s'assurer d'abord si les grenouilles périssoient faute de respiration, il voulut s'assurer si elles pouvoient vivre dans l'eau, sans remonter souvent à la surface pour y respirer, comme le semble indiquer leur manière de vivre. Pour cet effet, il les retint, au moyen d'un lien, au fond d'un vase plein d'eau. Au bout d'une heure, elles parurent mortes & flotter comme des cadavres, sans donner aucun signe de mouvement; mais il apperçut, en les observant attentivement pendant huit ou dix minutes, qu'elles avoient, même sous les eaux, un mouvement semblable à celui de la respiration; qu'elles faisoient ensuite des efforts pour se débarrasser de leurs liens, & qu'enfin elles paroissoient mortes de nouveau pendant huit ou dix minutes. « Cinq heures après, n'appercevant plus, dit-il, aucun des mouvemens dont je viens de parler, j'en retirai une; mais, croyant avoir vu les mêmes mouvemens dans les autres, j'attendis encore une heure avant d'en retirer une seconde: enfin, sept heures après, ne voyant plus aucun mouvement, je retirai les trois dernières grenouilles. Elles furent successivement placées dans des endroits différens. Les deux grenouilles retirées de l'eau après la cinquième & sixième heure, commencèrent à donner signe de vie; & les trois autres, qui avoient resté sous l'eau pendant sept, n'ont jamais pu être rappelées à la vie, même avec les secours de l'art: ces expériences furent faites au mois de septembre; la liqueur du thermomètre, échelle de Réaumur, étoit au quinzième degré au-dessus de zéro. Cette observation est essentielle, relativement à d'autres expériences suivant lesquelles des grenouilles ont resté sous l'eau pendant plus de six jours. Il peut très-bien arriver, suivant la remarque de M. Haller, que les grenouilles & plusieurs autres animaux engourdis par le froid, vivent pendant long-temps sans respirer. »

A présent nous allons rapporter les différens phénomènes observés sur les grenouilles renfermées dans l'air. Une grenouille fut placée dans un vase capable de contenir deux onces d'eau; la seconde dans un vase du double de capacité; la troisième dans un vase trois fois plus grand que le premier, & la quatrième fut laissée à l'air libre. Le thermomètre de Réaumur étoit alors au 20e degré. Toutes les grenouilles, après 48 heures, étoient pleines de vie; mais, après 60 heures, elles furent réellement mortes, & il ne fut plus possible de les rappeler à la vie. Aucun signe de respiration gênée ne se manifesta avant leur mort.

Comme M. Cigna avoit observé que les grenouilles périssoient à-peu-près dans le même temps, & dans l'air libre, & dans l'air renfermé, il soupçonna que leur mort devoit être attribuée à une autre cause, par exemple, au manque d'eau, puisqu'il est prouvé que des grenouilles vivent des semaines & des mois entiers dans de l'eau très-pure, sans autre aliment. Cet habile physicien crut donc devoir renfermer les grenouilles dans l'air, & avec de l'eau, afin de pouvoir connoître sûrement jusqu'à quel point le vice d'un air renfermé contribuoit à leur mort, après en avoir retranché toute autre cause. Pour cela il renferma une grenouille dans un vaisseau de verre plein d'eau; trois autres furent mises dans des vaisseaux semblables. L'espace occupé par l'air au-dessus de l'eau, auroit pu, dans l'un & l'autre vaisseau, contenir encore vingt onces de ce liquide. Une autre grenouille fut renfermée avec le même volume d'air sans eau; enfin, la quatrième laissée à l'air libre. Le thermomètre de M. de Réaumur étoit alors au quinzième degré au-dessus de zéro. Après quinze heures, ces grenouilles étoient pleines de vie; mais au bout de vingt heures, les trois renfermées dans l'eau étoient mortes, & ne donnèrent aucun signe de vie, après que le vase fut ouvert; celle, au contraire, qui avoit été placée toute seule & dans l'eau, vivoit encore après cinquante-cinq heures; mais elle mourut à la 63e: celle qui étoit renfermée dans l'air & sans eau, vivoit à la 26e, & mourut à la 28e; l'air extérieur lui fut alors rendu inutilement; enfin, celle qui avoit été laissée en plein air, vivoit encore le cinquième jour; son état étoit celui de langueur.

Ces mêmes expériences furent répétées avec les mêmes soins & très-exactement. Il en résulta que de trois grenouilles, renfermées ensemble dans l'eau, l'une ne vécut que 20 heures, l'autre 30, & la dernière 35. De sorte que la durée de la vie de chacune, additionnée, ne passoit pas 85 heures. La grenouille renfermée toute seule dans l'eau parut morte après 75 heures, & le vase ayant été découvert, elle revint à la vie. Celle qui étoit renfermée sans eau, périt dans l'espace de 24 heures; & celle qui avoit été laissée en plein air, vivoit encore le dixième jour. Les grenouilles renfermées avec de l'eau, se précipitoient aussitôt au fond du vase, & remontoient seulement & de temps en temps à la surface du fluide, pour respirer; peu-à-peu elles y venoient plus fréquemment, & à la fin elles nageoient & respiroient continuellement. Leur respiration étoit dans le commencement petite & fréquente, ensuite fréquente, forte & laborieuse; enfin, lorsque ces animaux approchoient de leur fin, ils ne pouvoient presque plus surnager l'eau, leur tête s'enfonçoit la première; ils revenoient de temps en temps vers la surface, y respiroient alors avec force, & étoient agités de violentes convulsions. Les grenouilles, au contraire, renfermées sans eau, n'éprouvèrent aucune convulsion, & leur respiration ne paroissoit pas sensiblement gênée.

Il paroît résulter de ces expériences, que les grenouilles renfermées dans l'eau, ne vivent que relativement à la quantité d'air contenu dans l'étendue du vaisseau; qu'elles y périssent comme les autres animaux, par la difficulté de respirer. La preuve la plus sensible de la justesse de ces conclusions, est que si dans le moment où elles sont tourmentées par les convulsions ou sur le point d'expirer, on leur donne un air nouveau, elles reviennent sur le champ, on peut voir dans les mémoires de l'académie de Turin d'autres expériences du même auteur. Quoiqu'en général on rencontre souvent des anomalies qui dépendent ou d'une constitution particulière des animaux, ou d'autres causes particulières, cependant il est constamment vrai que la respiration vicie l'air, & qu'il devient impropre à être respiré de nouveau; & que cette altération dépend principalement de l'absorption ou consommation de la portion respirable de l'air à laquelle on a donné le nom d'air vital, de gaz oxygène.

L'observation prouve encore que les plantes renfermées dans un air qui ne se renouvelle pas, le vicient par les émanations qui s'en échappent, de telle sorte que ces plantes languissent bientôt, périssent ensuite; & que de nouvelles plantes qu'on introduit, périssent tout-à-coup, selon M. Cigna.

La pureté de l'air est si nécessaire pour tous les animaux, que les poissons même périssent, lorsqu'ils sont exposés à un air méphitique quoiqu'ils soient dans l'eau. Si on met un vase d'eau contenant des poissons sous un récipient rempli de gaz fixe, de gaz inflammable ou de tout autre gaz méphitique, on les voit bientôt s'agiter d'une manière insolite, être dans un état de souffrance & d'une violente inquiétude & mourir ensuite dans un temps plus ou moins court selon la force & la quantité des gaz, selon la nature du poisson, & suivant d'autres circonstances. Plusieurs faits naturels confirment cette vérité, nous en choisissons un récent.

On sait que l'hiver de 1788 à 1789 a été remarquable soit par l'intensité du froid qui s'est fait sentir dans l'Europe entière, soit par l'énorme quantité de neige dont la terre a été couverte, soit par les animaux & les végétaux. Or, on a remarqué dans cet hiver que, quoiqu'on n'ait pas perdu de poisson dans les étangs profonds dont on cassoit la glace en quelques endroits, & dans lesquels il se trouvoit des sources; cependant les étangs dont le terrain étoit vaseux & marécageux, ont été funestes aux poissons, parce que l'air méphitique qui s'exhaloit de cette vase, ne trouvant point d'issue, a corrompu l'air de ces étangs, suivant la remarque du P. Cotte, & fait périr le poisson.

Puisque l'air est si nécessaire aux animaux & qu'il peut être vicié, il est donc indispensable de pouvoir connoître sa salubrité & le degré de salubrité qu'il peut avoir, c'est ce dont on vient à bout par le secours de ces instrumens qu'on nomme *Eudiomètres*. *Voyez* EUDIOMÈTRE & SALUBRITÉ. Ce genre d'appareils appartient à la physique moderne, & suppose la connoissance de la doctrine des *gaz* qu'il est nécessaire de connoître avant que de traiter des *Eudiomètres* & de la manière de s'en servir.

Lorsqu'on s'est assuré par le moyen des eudiomètres que l'air dans un endroit particulier, comme dans des appartemens, dans des hôpitaux, dans des prisons, dans des salles de spectacle, &c. est vicié & corrompu, on a recours aux divers moyens qui ont été imaginés pour purifier & renouveller la masse d'air qui y est contenue. *Voyez* RENOUVELLEMENT DE L'AIR, VENTOUSES, SOUFFLETS, VENTILATEUR, RESPIRATEUR.

Pour connoître si une espèce d'air est mortelle, on se sert ordinairement de l'épreuve d'une bougie allumée. Si elle s'éteint, on conclut communément que cet air est pernicieux; mais si elle y brûle, il faut examiner, si elle y brûle *sombrement* ou non, car dans ce premier cas, il seroit encore vicieux & funeste aux animaux. M. Sage, dans un mémoire intitulé : *examen du tartre manganésé fulminant*, ou *muriate de potasse oxigéné*, parle d'un gaz retiré de la maganèse & de l'acide marin où la bougie ne s'éteint point, mais brûle sombrement. Il frappe aussitôt de mort les animaux; si on plonge une grenouille dans son atmosphère, elle y perd aussitôt la vie, & en sort toute blanche. J'aurois pu rapporter d'autres faits analogues, mais celui-là, m'a paru aussi curieux que décisif.

Afin que l'air soit très-propre à la respiration, il doit avoir plusieurs qualités. Il ne doit pas être trop sec, autrement il dessécheroit trop le poumon: aussi les personnes dont la poitrine est délicate, souffrent-elles dans des lieux où l'air n'a pas assez d'humidité; & on doit leur conseiller d'habiter les endroits où coulent des rivières. Mais l'air d'une habitation ne doit pas être trop humide, parce que, dans ce cas, il ne pourroit se saisir & emporter la portion surabondante de l'humidité des poumons dont il doit se charger. L'air qu'on respire ne doit être ni trop chaud, ni trop froid, ni trop raréfié, ni trop condensé. Un air qui a un juste degré de température, est bien préférable à celui qui approcheroit d'un des deux extrêmes, & il n'est personne qui ne soit persuadé qu'un air trop échauffé ou trop refroidi, est nuisible. Les personnes dont la poitrine est affectée l'éprouvent journellement dans le fort de l'été ou dans celui de l'hiver. Un air trop condensé comprime plus qu'il ne faut les vésicules bronchiques, & les vaisseaux sanguins. Si au contraire l'air qu'on respire est trop raréfié, celui qui est contenu dans les poumons acquiert alors plus d'expansion: de là, des distensions nuisibles & des ruptures de plusieurs petits vaisseaux capillaires, lorsque la raréfaction est portée trop loin. Ainsi, dans le fond des mines ou sur le sommet des montagnes, on souffre également & par trop de condensation, & par trop de raréfaction dans l'air, ainsi que l'expérience le prouve. La théorie est ici parfaitement d'accord dans tous ces points avec l'expérience, puisque celle-ci démontre que les poitrines sont plus ou moins affectées par un excès d'humidité ou de siccité, de froid ou de chaud, de condensation ou de raréfaction, de pesanteur ou de légèreté, &c. &c., comme la théorie l'indique. Des températures plus chaudes ou plus froides qu'on n'a coutume de l'éprouver; un air plus humide ou plus sec que d'ordinaire &c. &c. sont souvent causes de maladies épidémiques qui ne cessent que lorsque l'air d'un pays a recouvré ses qualités ordinaires. Je vais apporter ici en preuve plusieurs observations.

L'air sec est plus sain que l'air humide; le premier est moins mêlé avec les émanations des corps qui y transpirent, c'est pourquoi *Celse* appelle la sécheresse de l'air, la *sérénité du temps*. L'air humide, au contraire, est plus chargé de différentes matières élevées dans l'air avec les matières aqueuses, ce qui le rend plus susceptible de corruption; c'est pourquoi l'humidité de l'air produit un plus grand nombre de maladies, mais cell s qui viennent de la sécheresse sont plus vives, selon les observations de M. Malouin. L'humidité fait les maladies plus longues, en affoiblissant les fibres par relâchement, & elle peut produire toutes les maladies qui viennent de cacochymie; elle fait aussi des catarres, des bouffissures & des hydropisies. Les maladies que cause la sécheresse sont la mélancolie, la consomption, la pulmonie, des érésipèles & des inflammations bilieuses, sur-tout des ophtalmies sèches. *mem. de l'académie des sc. 1749.*

L'humidité qui est dans l'air, plus abondamment dans certaines contrées que dans d'autres, & sur mer que sur terre, produit ou occasionne des maladies qu'on ne peut guérir, ou dont on ne peut se préserver qu'en détruisant le principe du mal. Si le capitaine Cook est venu à bout de conserver tous les gens de son équipage, durant de longues navigations, autour du monde, qui ont duré plusieurs années, c'est en grande partie aux soins de faire sécher les habits & les appartemens du vaisseau, qu'il faut l'attribuer. Voici ce qu'il dit dans son second voyage (page 68.) « Pour conserver notre santé, & d'après quelques idées que m'avoient suggérées Sir Hugh Palliser & le capitaine Campbell, je pris toutes les précautions nécessaires, en faisant aérer & sécher le vaisseau, en allumant des feux entre les ponts, en fumant l'intérieur, & obligeant les équipages d'exposer à l'air leurs lits, de laver & sécher leurs habits, quand on en trouvoit l'occasion. Si on néglige ses précautions, le vaisseau exhale une odeur désagréable, l'air se corrompt, & on manque rarement d'avoir des maladies, surtout dans les temps chauds & humides. »

Lors donc que les différens degrés de ressort & de pesanteur de l'air intérieur & extérieur, de chaleur & d'humidité, &c., ne sont pas proportionnés entr'eux, ou qu'ils ne sont pas tels qu'ils doivent être dans chaque saison, les animaux & même les végétaux auxquels l'air est si nécessaire, en sont plus ou moins affectés: ces variations sont donc capables de produire diverses maladies, & surtout des maladies communes dans certains temps, & qu'on nomme épidémiques & populaires, comme on en voit dans certains pays qui leur sont propres & qu'on appelle endémiques.

Il seroit donc à-propos qu'on apportât plus d'attention qu'on ne le fait communément dans le choix des habitations, sur-tout dans les campagnes; & qu'on examinât les circonstances locales, & les qualités de l'air qu'on se propose d'habiter. Combien de fautes de ce genre n'ont pas fait diverses personnes, libres de construire des édifices dans un lieu plutôt que dans un autre? combien n'en ont pas fait les administrations de provinces & d'états, en fondant des villes, sur-tout dans les colonies, &c.? Il seroit à souhaiter qu'on pensât également à rendre plus salubre l'air des lieux habités, en détruisant tant de causes, sans cesse renaissantes, qui vicient cet air & qui détruisent ordinairement ses qualités, dans ces gouffres habités qu'on décore du nom de villes, & où des millions d'hommes vont se précipiter.

Ces considérations diverses sont d'autant plus importantes, que, quelque pur que soit l'air d'une contrée, il deviendra bientôt vicié uniquement par

l'habitation d'un grand nombre d'hommes réunis dans un espace circonscrit; car il est bien prouvé 1°. qu'un homme vivant consomme ou vicie en 24 heures, par sa seule respiration, vingt muids d'air, chacun de 288 pintes, & quarante muids par les vapeurs qui sortent de son corps; de sorte que, renfermé dans une chambre, il altéreroit ainsi 60 muids d'air pendant cet espace de temps. 2°. Que 300 hommes, qui durant un mois seroient placés dans l'étendue d'un arpent de terrain, y formeroient, de leur propre respiration, une atmosphère de 71 pieds de hauteur, qui deviendroit bientôt pestilentielle si elle n'étoit pas dissipée par les vents; observation démontrée par ce qui arrive dans les camps qui restent trop long-temps au même endroit.

Que seroit-ce si à cette cause, toujours subsistante, on ajoute celles qui résultent de l'établissement de plusieurs arts nuisibles à la pureté de l'air, qu'on s'obstine à renfermer dans l'enceinte des villes, &c. tandis que d'un autre côté on détruit tout ce qui pourroit corriger l'air, en arrachant le peu d'arbres & de végétaux qui se trouvent répandus dans leurs divers quartiers. *Voyez* FOSSE D'AISANCE, & POMPE ANTI MÉPHITIQUE.

On sera bientôt convaincu que l'air qui a de bonnes ou de mauvaises qualités, peut avoir une grande influence sur la respiration, & conséquemment sur la santé, lorsqu'on fera attention à la grande capacité du poumon. Elle est telle qu'à chaque inspiration, il reçoit environ 40 pouces cubiques d'air, & qu'il en chasse 38 à chaque expiration. Or, dans l'espace d'une minute on exécute vingt fois ce mouvement d'inspiration, 1200 fois dans une heure, & 28800 fois dans un jour. Donc le poumon reçoit dans une minute 800 pouces cubiques d'air, 148000 par heure, & 1152000 par jour.

Pour m'assurer de cette quantité d'air qu'on reçoit dans le poumon à chaque inspiration, j'ai fait faire une espèce de nez de métal, dont l'ouverture propre à la respiration est soudée avec un tube recourbé en manière de siphon renversé. La grande branche du siphon entre dans un vase cylindrique plein d'eau & d'air, & renversé sur la tablette de la machine hydro-pneumatique. On marque avec un index la hauteur de l'eau dans le vase cylindrique dont on connoît le diamètre. Lorsqu'on inspire par le nez l'air du vase cylindrique, l'extrémité supérieure de la longue branche du siphon étant plongée dans l'air de ce vase, on voit l'eau de la cuve s'élever pour remplacer l'air qu'on a fait entrer dans le poumon, alors on marque le nouveau niveau de l'eau du vase. Les deux marques ou indices désignent la hauteur du cylindre d'eau dont on connoît le diamêtre, qui est celui du vase, & conséquemment désignent la quantité d'air qui a été reçue dans le poumon; quantité qu'il est facile de réduire en pouces; les plus simples notions de géométrie & d'arithmétique suffisent pour faire cette évaluation. Cette expérience étant faite plusieurs fois par une même personne, & ensuite par différentes, on prendra un milieu entre tous les résultats, & on trouvera qu'il approche assez de la quantité que nous avons assignée. Il est inutile de prévenir qu'il faut fermer la bouche pour n'aspirer l'air que par le nez. J'ai nommé cet instrument *nazelière pneumatique*.

On connoîtra l'air qui sort du poumon à chaque expiration avec un autre appareil, qui ne diffère du précédent que parce qu'on a soudé à un siphon renversé de même dimension, une espèce de muselière qui recouvre la bouche. Avant que de faire le mouvement d'expiration, on ferme les narines avec les doigts pour forcer l'air à sortir seulement par la bouche. Alors on voit l'eau du vase cylindrique descendre dans la cuve hydro-pneumatique, & l'air le remplacer. Les deux indices mis aux deux niveaux de l'eau du vase, indiquent la quantité d'air expiré, qui est communément moindre d'un vingtième, conséquemment elle est d'environ 38 pouces cubiques, nombre moyen entre plusieurs résultats. J'ai donné à cet instrument le nom de *muzelière pneumatique*. Il est inutile d'observer que les bords des parties de ces instrumens qui s'appliquent sur le contour du nez & de la bouche, sont garnis avec de l'étoffe, pour que l'air extérieur ne passe pas par les joints.

On peut varier ces sortes d'expériences de différentes manières; par exemple, il est facile de rechercher quelle est la quantité d'air qui entre ou qui sort dans une inspiration ou expiration très-forte. Il paroît qu'elle est les trois-quarts de l'inspiration ou expiration naturelles. On peut respirer plus fréquemment ou plus lentement dans un temps donné, & examiner les résultats, &c. &c.

Mais outre la quantité d'air qu'on expire à chaque fois, il reste encore dans le poumon une quantité d'air considérable, qui me paroît être d'environ 160 pouces cubiques; car la capacité des vésicules du poumon réunies est de plus de 200 pouces cubiques.

Pour avoir à-peu-près une idée de l'organisation intérieure du poumon, & des capacités sensibles de cet organe, on peut jeter un coup d'œil sur une injection faite avec de l'étain fondu dans un poumon; elle présentera, après le refroidissement, & après qu'on aura disséqué & ôté la substance du poumon, une espèce d'arbre métallique en relief, avec différentes branches, ramifications & sous-ramifications analogues ou plutôt correspondantes aux divisions & sous-divisions des routes de l'air dans le poumon. J'en ai plusieurs de ce genre dans mon cabinet de physique.

Cependant les hommes & les animaux peuvent supporter une grande condensation de l'air, comme on l'observe dans les mines de Pologne, de Suède, &c.

où les ouvriers & des chevaux sont employés à diverses opérations. Des oiseaux & des lapins que je mets dans mes cours d'expériences sous le récipient de la machine à condenser, (*Voyez* CONDENSER, MACHINE A CONDENSER L'AIR) résistent parfaitement à cette épreuve, quoique j'opère une condensation égale à plus de quatre fois le poids de l'atmosphère. Les plongeurs vivent aussi sous une ample cloche, plongée à une grande profondeur dans la mer. Lorsque cette cloche est descendue à 300 pieds de distance de la surface de la mer, l'air y est neuf fois environ autant comprimé par la pression de l'eau qu'à la surface de la terre. Cependant les personnes qui sont sous cette machine n'en meurent pas, elles évitent même les incommodités qui seroient les suites de cette grande condensation, en prenant des précautions dont nous parlerons au mot CLOCHE DU PLONGEUR, & dont les principales sont de descendre lentement la cloche & de renouveler l'air.

M. Boyle ayant renfermé deux souris dans deux récipiens égaux; l'air avoit dans l'un sa densité naturelle, & il étoit deux fois plus dense dans l'autre. Il observa ensuite que la souris renfermée dans ce dernier récipient, avoit vécu quinze fois plus long-temps que dans l'air naturel, quoique la quantité d'air fût seulement double.

Les expériences qu'on a faites sur l'air condensé, comparées avec celles sur l'air raréfié, prouvent que les animaux supportent plus facilement les changemens arrivés à la densité de l'air, lorsque cette densité augmente, que lorsqu'elle diminue.

Les hommes & les animaux peuvent encore supporter une grande raréfaction de l'air; car MM. Bouguer & la Condamine, se sont trouvés sur le sommet du Pichincha, à une hauteur de 2420 toises, où le mercure n'avoit que 15 pouces 9 lignes d'élévation dans le baromètre, ensorte que l'air y étoit environ deux fois plus rare que celui qu'on respire dans les pays qui sont près des bords de la mer. Ils n'en ressentirent pas d'incommodité notable; ils s'y accoutumèrent bientôt; mais ceux de leur suite, dont la poitrine étoit délicate, éprouvèrent des défaillances, des vomissemens, des hémorragies. La lassitude, à la vérité, avoit beaucoup de part à ces funestes accidens, auxquels ceux qui faisoient ce voyage à cheval, n'étoient pas exposés. Les habitans des montagnes, accoutumés à respirer un air très-rare, n'en sont pas plus incommodés que ceux qui sont habitués à un air condensé.

M. Cigna a prouvé, par plusieurs expériences, que si les quantités d'air d'un espace toujours le même, sont en raison de 128, 169, 330, c'est-à-dire, comme 3, 4, 8; la durée de la vie des animaux, des moineaux, par exemple, est de 35, 70, 210, c'est-à-dire, 1, 2, 6; ce qui prouve que la durée de la vie, dans l'air de différens degrés de raréfaction par la machine pneumatique, ne répond pas à la quantité d'air, lorsque sa densité augmente, par conséquent que la même quantité d'air soutient plns long-temps la vie des animaux quand il est moins raréfié que quand il l'est davantage.

Une observation importante, qu'on ne doit pas passer ici sous silence, est que les animaux se portent très-bien dans l'air raréfié du sommet des montagnes, & que les bougies y brûlent, tandis que le contraire arrive dans l'air raréfié au même degré, par le moyen de la machine pneumatique. La raison en est que l'air étant libre au sommet des montagnes, se renouvelle de lui-même à chaque instant, au lieu que l'autre étant renfermé, est bientôt corrompu; & il est hors de doute que si l'air du sommet des montagnes étoit renfermé, il causeroit aussi promptement la mort que celui qu'on a raréfié au même degré par le moyen de la pompe pneumatique.

On peut encore s'accoutumer très-bien à vivre dans un air très-chaud ou très-froid : on trouve des habitans dans l'intérieur de l'Afrique, il y en a dans le Groënland; & des voyageurs européens supportent très-bien les deux températures opposées qui sont propres à ces climats.

Les mémoires de l'académie citent encore l'expérience que plusieurs personnes ont faite devant MM. Tillet, Guettard & Fougeroux, en restant pendant quelques minutes dans le four d'un boulanger. On connoit les bains de vapeurs des russes & des turcs. *Voyez* BAINS.

Une des qualités essentielles de l'air, pour être propre à la respiration, est certainement de contenir une dose suffisante de gaz oxygène. Si l'air que respirent des animaux ne contient point d'air oxygène, ils meurent aussitôt. Ils ne respirent qu'avec peine, lorsqu'il n'en tient plus qu'un huitième)& l'expérience prouve encore qu'à la longue, l'air qui est au-dessous de 0,28, n'est pas exempt de danger; & si l'expérience ne l'avoit appris, on n'auroit jamais pu croire que l'homme pût vivre sans en être incommodé dans un air aussi chaud. L'abbé Chappe d'Auteroche nous apprend que les russes prennent leurs bains chauds au 60 degré du thermométre de Réaumur, c'est-à-dire, au 60 de celui de Farenheit.

Le docteur Fordyce a fait, en Angleterre, plusieurs expériences suivies sur cet objet; ce fut dans le milieu de janvier 1774. Il se procura, ainsi que le rapporte le docteur Blagden, une suite de chambres dont la plus haute étoit chauffée par des courans d'eau bouillante versée sur le plancher, qui passoient dans la seconde, & traversoient par le plancher de celle-ci dans la troisième. Aucune de ces chambres n'avoit de cheminée, ni de soupirail qui pût donner accès à l'air, si ce n'est les fentes du plancher. Il y avoit trois thermomètres dans la première chambre; l'un dans sa partie la plus chaude, l'autre dans celle qui l'étoit moins, & le troisième sur une table, pour servir au besoin dans le cours de l'expérience.

Dans la première chambre, le plus haut thermomètre monta à 120 degrés du thermomètre de Farenheit, & le plus bas à 110 ; la chaleur de la seconde alla de 90 degrés à 85 ; celle de la troisième fut médiocre, tandis que la température de l'air extérieur étoit au-dessus du therme de la glace. Trois heures après avoir déjeûné, le docteur Fordyce quitta, dans la troisième chambre, tous ses habits, hors sa chemise, prit à ses pieds de simples sandales, & entra ainsi dans la seconde chambre. Après y avoir resté cinq minutes, à une chaleur de 90 degrés, il commença à suer légèrement; il passa alors dans la première, & s'y tint dans la partie chauffée à 110 ; en une demi-minute, sa chemise devint si trempée, qu'il fut obligé de s'en dépouiller ; après quoi l'eau ruissela par tout son corps. Il s'arrêta là dix minutes, & passa ensuite dans la partie chauffée à 120 degrés ; quand il y eut resté 20 minutes, il trouva que le thermomètre placé sous sa langue, dans sa main ou dans son urine, se fixa exactement à 110 degrés. Son pouls s'éleva, par degrés, au point de battre 145 fois dans une minute. La circulation extérieure parut considérablement accrue; les veines grossirent beaucoup, & il se répandit à la surface du corps une rougeur universelle, suivie d'une vive sensation de chaleur : cependant la respiration fut peu affectée. Le docteur Fordyce a pensé que l'humidité de sa peau venoit indubitablement, pour la plus grande partie, de la vapeur de la chambre, condensée sur son corps. Il termina cette expérience dans la seconde chambre, en se plongeant dans une eau chaude au 100ᵉ degré ; & après s'être essuyé, il s'habilla & se rendit chez lui en chaise. La circulation dura deux heures à se ralentir : ensuite il se promena en plein air, & sentit à peine le froid.

La seconde expérience du docteur Fordyce ne présente pas des différences essentielles ; les résultats en furent à-peu-près les mêmes. Depuis, il s'est souvent exposé à une chaleur beaucoup plus grande, dans une atmosphère sèche, & l'a soutenue bien plus long-temps, sans en être incommodé, ce qu'il attribue à deux causes : savoir, à la sécheresse de l'air, qui ne lui permet pas de communiquer la chaleur comme l'humidité ; & à l'évaporation du corps, qui, plus copieuse dans un air sec, aide les forces vitales à produire le froid.

Le 23 janvier, MM. Phlipps, Banks, Solander & Blagden, avec M. Fordyce, répétèrent les expériences précédentes. Dans la chambre chaude où ils entrèrent, ils trouvèrent le mercure d'un thermomètre qui y avoit été suspendu, fixé au-dessus de 150 degrés. En vingt minutes qu'ils y restèrent, la chaleur monta environ de 12 degrés, sur-tout dans le premier moment. Ils y revinrent une heure après, sans éprouver aucune différence sensible, quoique la chaleur eût été considérablement augmentée. En y entrant pour la troisième fois, on observa que le mercure étoit monté à 198 degrés du seul thermomètre qui leur resta; car cette grande chaleur avoit tellement fait déjeter les châssis d'ivoire des autres, qu'ils se cassèrent tous ; ces messieurs demeurèrent alors tous à-la-fois dix minutes dans la chambre; mais, trouvant que le thermomètre baissoit extrêmement vîte, ils convinrent qu'on n'y entreroit désormais qu'un à-la-fois, & on fit pousser le feu aussi vivement qu'il fut possible. Bientôt après, M. Solander, étant entré seul dans la chambre, trouva le thermomètre à 210 degrés; mais, en trois minutes qu'il y resta, le mercure descendit à 196.

L'air chauffé à ces degrés de force, imprime une sensation désagréable, mais qu'on peut très-bien supporter. La plus disgracieuse pour eux étoit un sentiment de cuisson ou de brûlure au visage & aux jambes. Leurs jambes sur-tout souffroient extrêmement, parce qu'elles se trouvoient exposées, plus qu'aucune autre partie du corps, à la chaleur du poële qui étoit chauffé à rouge. Leur respiration ne fut nullement affectée; elle ne devint ni prompte ni laborieuse. L'unique différence consistoit dans la privation de ce sentiment de fraîcheur, qui accompagne la libre respiration de l'air frais. Autant qu'on put juger, le pouls de M. Blagden battit cent fois dans une minute, vers la fin de la première expérience; celui de M. Solander faisoit 92 pulsations dans une minute, immédiatement après être sorti de la chambre chaude. M. Banks sua abondamment, mais il fut le seul. Toutes les fois qu'ils respiroient sur un thermomètre, l'argent-vif descendoit de plusieurs degrés. Chaque expiration, sur-tout quand elle étoit forte, imprimoit un très-agréable sentiment de fraîcheur aux narines qui étoient, pour-ainsi-dire, brûlées par l'air enflammé de l'inspiration. Leur haleine rafraîchissoit de même leurs doigts, toutes les fois qu'ils en étoient atteints. « Quand je la dirigeois sur mon côté, dit M. Blagden, je la sentois aussi froide que si j'eusse touché un cadavre : cependant la chaleur actuelle de mon corps, mesurée sous ma langue, & par l'application exacte d'un thermomètre à ma peau, étoit à 98 degrés, c'est-à-dire, à un degré plus haut que sa température ordinaire. Lorsque la chaleur de l'air approchoit du plus haut degré que cet appareil fût capable de produire, si nous étions dans la chambre, nos corps l'empêchoient d'y parvenir ; & si elle l'avoit atteint avant notre arrivée, dès que nous y entrions, nous la faisions infailliblement baisser. Toutes nos expériences confirment cette vérité. A la fin de la première, le thermomètre resta stationnaire : dans la seconde, il descendit un peu durant le court intervalle que nous restâmes dans la chambre : il baissa si vîte dans la troisième, que nous fûmes contraints de décider qu'il n'entreroit, à l'avenir, qu'une personne à-la-fois. Enfin, M. Banks & le docteur Solander

Solander se sont séparément apperçus que leur corps faisoit baisser considérablement le mercure, lorsque la chambre avoit presque acquis le plus haut degré de chaleur qu'elle pût atteindre. Ces expériences prouvent, de la manière la plus évidente, que le corps a la vertu de détruire la chaleur. » Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que les personnes soumises à ces expériences aient conservé à-peu-près leur température naturelle, & que l'air de la chambre si échauffé, ne se soit pas communiqué au même degré à leurs corps. Mais il faut observer que leurs habits les préservèrent de la chaleur, par le même principe qu'ils garantissent du froid, que la chaleur de l'air se communique, non avec rapidité, mais avec lenteur; & que s'ils avoient resté plus long-temps exposés à cette chaleur de la chambre chaude, la température de leurs corps se seroit beaucoup plus élevée successivement.

XIII. *De la quantité d'eau contenue dans l'air de l'atmosphère.* L'air tient en dissolution une grande quantité d'eau. Nous avons prouvé, à l'article ATMOSPHÈRE TERRESTRE, *de la nature, de la formation & de la constitution de l'atmosphère*, que l'air contenoit une quantité considérable d'eau qui s'évapore continuellement en hiver comme en été de la surface des étangs, des rivières, des fleuves, des mers, des terres, des végétaux & des animaux. Or, cette quantité d'eau, que l'air tient en dissolution, est très-grande.

Plusieurs expériences prouvent encore cette vérité. De l'alkali fixe végétal, bien desséché, mis dans une balance, devient bientôt plus pesant. Une livre de ce sel tombe bientôt en déliquium, & pèse trois livres; renfermé dans un vase bien sec, plein d'air sec & ensuite bouché, il se fond en partie & acquiert une pesanteur plus grande. Il en est de même de plusieurs autres sels, quoique l'expérience ne soit pas si sensible qu'avec l'alkali fixe. Or, cette augmentation de poids ne vient que de l'eau contenue dans l'air qui a été absorbée par ces sels, & qui a ajouté à son propre poids celui de ces substances salines.

Si on met, par exemple, du sel ammoniac en poudre dans un vase plein d'eau, ou seulement de la glace, on remarquera bientôt une vapeur aqueuse qui couvrira la surface extérieure du vase. Or, cette vapeur, qui augmentera jusqu'à produire des goutes d'eau qui ruisseleront, ne vient que de l'eau contenue dans l'air de l'atmosphère qui environne le vase, & qui est condensée par le froid que produit le sel ammoniac. (Il en est de même de quelques autres sels); car il seroit absurde de penser que cette eau eût traversé sa substance d'un vase de verre, de métal, de porcelaine, dans lequel on peut faire l'expérience.

L'expérience suivante est également concluante. Placez un récipient sur la platine de la machine pneumatique, sans employer de cuir mouillé, mais un simple cordon de cire pour luter les bords du récipient avec la platine. Lorsqu'on pompera l'air, on observera une légère vapeur qui tournoie & qui se précipite sur la platine. Mais cette vapeur n'est autre chose que l'eau contenue dans l'air, & qui ne peut plus y être soutenue quand on raréfie l'air. Alors ces molécules aqueuses disséminées, se rapprochent les unes des autres, deviennent plus sensibles & plus pesantes, & tombent vers le bas du récipient. On fera durer cette expérience autant qu'on le désirera, en rendant du nouvel air, & en faisant jouer alternativement la pompe pneumatique. La précaution de ne point employer de cuir mouillé dans cet appareil, est afin qu'on ne puisse pas objecter que cette vapeur aqueuse vient de l'humidité du cuir.

Cet appareil, que je viens de décrire, est plus simple & sans doute plus rigoureusement exact que celui de l'abbé Nollet, décrit dans ses leçons de physique. La *figure* 332 le représente; il consiste dans un globe de verre vissé sur le goulot d'un récipient, & placé entre l'œil & une bougie allumée pour l'expérience. On fait le vide seulement dans le récipient qui est sur la platine de la machine pneumatique, la communication, entre les deux vaisseaux, étant fermée. Ensuite on tourne le robinet pour faire communiquer les deux capacités: alors l'air du ballon sphérique qui est au-dessus, se répandant dans le récipient pour se mettre en équilibre de densité, on observe, le ballon étant entre la lumière & l'œil du spectateur, une vapeur légère qui, après avoir tournoyé, se précipite vers le bas de ce vaisseau. Cette expérience peut être réitérée à volonté, autant de fois qu'on a fait rentrer du nouvel air dans le ballon.

Toutes les fois qu'on fait jouer la machine pneumatique, on observe un phénomène semblable: mais comme on auroit pu s'imaginer que la vapeur vient des cuirs mouillés qu'on met sur la platine de la machine; M. l'abbé Nollet a employé un grand récipient avec un ballon qui n'ait jamais servi à aucune expérience. On trouvera d'autres preuves de ce genre dans un mémoire de M. l'abbé Nollet, inséré dans ceux de l'académie des sciences, année 1740, pag. 243.

M. de Saussure prétend, dans son essai sur l'hygrométrie, que cette expérience ne réussit que lorsque dans les tuyaux d'une pompe pneumatique, il y a de l'humidité cachée qui, se changeant en vapeur élastique, quand l'air se raréfie, s'élance avec force dans l'intérieur du récipient. Au moment où l'air se raréfie, dit-il, la surface de cette eau délivrée d'une partie de la pression de l'air, se résout en vapeur élastique; cette vapeur sature d'abord les couches d'air les plus voisines de la surface dont elle sort, & le surplus, que ces couches ne peuvent pas dissoudre, se change en vapeur vésiculaire. Ces vesicules, entraînées par le mouvement que la succion de la pompe imprime à l'air

du récipient, s'y agitent & tourbillonnent jusqu'à ce qu'elles aient été dissoutes par l'air s'il n'est pas saturé, ou condensées contre les parois du récipient, si l'air ne peut plus en dissoudre.

Ce physicien employa une pompe dont tout l'intérieur avoit été récemment nettoyé, dont les cuirs & les pistons avoient été graissés avec de l'huile sans aucun mélange d'eau. Un récipient très-sec fut mis sur la platine de la machine, bien séchée, & le tout fut luté avec de la cire propre & sèche. L'appareil étant ainsi préparé, on raréfia l'air contenu dans le récipient, & il ne s'y forma point de vapeurs. Mais lorsqu'on eut introduit, sous le récipient, une carte humectée, alors on vit les vapeurs.

J'ai répété avec soin cette expérience, & j'en ai obtenu le même résultat. Lorsque l'appareil est parfaitement sec, on ne voit pas les vapeurs qui se montrent dans une circonstance opposée, & qui paroissent d'autant plus abondantes, qu'il y a plus d'humidité dans le corps renfermé sous le récipient. Mais je pense que si on pouvoit opérer sur de grandes masses d'air, & avoir de très-grands récipiens, on verroit des vapeurs être précipitées de l'air, que nous regardons comme très-sec : c'est le petit volume de l'air qui rend peu sensibles à notre vue, les vapeurs aqueuses qui peuvent retomber. Cependant, quoique la preuve, apportée par M. l'abbé Nollet, soit sujette à discussion, l'existence des vapeurs dans l'air n'en est pas moins démontrée par un grand nombre d'autres raisons. Au reste, on ne croit plus aujourd'hui aux vapeurs vésiculaires de M. de Saussure, depuis qu'un habile physicien, M. Monge, en a montré le peu de fondement à l'académie des sciences.

L'acide vitriolique qui devient plus pesant, exposé à l'air, parce qu'il attire l'humidité répandue dans l'atmosphère, éprouve, suivant les expériences de M. Nairne, sous le récipient de la machine pneumatique, une déperdition de sa partie aqueuse qui entre en expansion à mesure que le vide se forme. Il en est de même de l'eau que contient le mercure. *Voyez* les observations sur la physique, l'histoite naturelle & les arts. Février & avril 1778.

En un mot, non-seulement l'acide vitriolique acquiert une augmentation de poids à l'air, comme on vient de le voir, mais encore tous les acides minéraux deviennent ainsi plus pesans par l'eau dissoute dans l'air, qu'ils attirent plus ou moins puissamment, & qui a avec eux une grande affinité. Tous les extraits secs tirés des végétaux, absorbent en peu de temps l'humidité de l'air. La chaux vive s'éteint à l'air, & absorbe ainsi l'eau qu'il contient en tout temps & en tout lieu. Une pierre à cautère, placée de même dans l'air, devient humide & plus pesante. Il en est de même de toutes les substances douées de causticité. Par-tout, & à toute hauteur, ces effets arrivent ; d'où il résulte qu'il n'y a aucun espace dans l'atmosphère, jusqu'à la hauteur des plus hautes montagnes, où l'expérience ne prouve que l'air contient beaucoup d'eau.

On a pensé assez généralement que l'air avoit une faculté dissolvante de l'eau, & c'est à elle qu'on doit, dit-on, attribuer cette grande quantité de vapeurs aqueuses qui est dans l'air. Quoiqu'il y ait des physiciens, même modernes, qui n'admettent pas ce sentiment, néanmoins nous croyons qu'il est de notre devoir & de notre impartialité de rapporter les preuves sur lesquelles on l'établit.

Si on introduit de l'eau purgée d'air par l'ébullition & par la machine pneumatique, avec une bulle d'air de la grosseur d'un pois dans un tube de verre d'un pied de long & de 4 à 5 lignes de diamètre, fermé ensuite hermétiquement, on verra bientôt la bulle d'air disparoître, sur-tout si on le chauffe. Cette expérience est de M. Amontons. Il y a donc une grande affinité entre l'air & l'eau ; il y a donc dissolution entre ces deux substances ; & c'est toujours la plus grande masse qui est censée dissoudre la plus petite.

M. d'Obson de Liverpool, ayant placé 3 onces d'eau dans une tasse de porcelaine sous un récipient de machine pneumatique qu'on priva ensuite d'air, observa qu'une égale quantité d'eau mise dans un même vase, à la même température & dans un air libre, perdit un gros huit grains, tandis que la première n'avoit pas sensiblement diminué. D'où on conclu que l'air dissout l'eau. Mais nous avons vu, il n'y a qu'un instant, que suivant les expériences de M. Nairne, l'acide vitriolique, qui augmente de poids, exposé à l'air libre, éprouve dans le vide une déperdition de sa partie acqueuse, qui entre en expansion à mesure qu'on raréfie l'air; & qu'il en est de même du mercure. Or, ces dernières expériences ont été faites avec beaucoup plus de précision, & avec des appareils très-exacts. En parlant de l'élévation des vapeurs dans l'atmosphère, & de la cause de l'évaporation, de l'électricité, &c. Nous rapporterons les raisons que plusieurs physiciens ont eues de douter de la vérité de cette opinion assez généralement répandue, & par le moyen de laquelle on explique commodément un grand nombre de phénomènes.

Néanmoins nous ajouterons ici que les raisons principales qui militent en faveur du sentiment qui établit que le fluide aqueux est intimement combiné avec l'air, ou qu'il y existe dans l'état d'une vraie dissolution chimique, c'est la parfaite transparence d'un air saturé de vapeurs par la chaleur, leur apparition subite par le froid, leur union intime avec l'air, malgré la différence de leur densité. « Il seroit difficile, dit un célèbre chimiste, de concevoir que cela pût être autrement. L'eau reste unie à l'air tant que les circonstances ne changent pas, c'est ce qui n'arrive pas aux fluides sans affinité, parce que leur mobilité ne permet pas de supposer que leurs molécules puissent demeurer ainsi interposées & suspen-

dues par le frottement d'une manière purement mécanique. La seule équipondérance prouveroit donc la combinaison, & à plus forte raison, cette distribution uniforme, cette condition d'homogénéité qui ne peut jamais être le résultat d'un simple mélange.

L'hygromètre nous indique encore la présence universelle des vapeurs aqueuses dans l'air, car il n'est pas d'endroit où si on séche l'air, par divers procédés, on n'observe l'aiguille de cet instrument tourner vers le sec, ce qui prouve qu'avant le desséchement, l'air contenoit de l'humidité; & si on augmente encore successivement la siccité de l'air, on verra l'aiguille augmenter son mouvement d'une manière correspondante, preuve que l'air sec contient des vapeurs aqueuses, & qu'il n'y a pas plus de siccité absolue que d'humidité extrême, puisqu'on peut toujours augmenter indéfiniment l'une & l'autre de ces qualités. Voyez HYGROMÈTRE.

Pour connoître la quantité d'eau que contient un pied cube d'air, on a proposé d'étendre une demi-once d'alkali fixe en poudre sur une surface de neuf pouces quarrés, & d'examiner quel seroit le poids déterminé dont le pied cube d'air augmenteroit. On a trouvé, en suivant des procédés analogues, que la quantité d'eau qu'un pied cube d'air de l'atmosphère peut dissoudre, est de 12 grains. Nous dirons ici en passant, que le gaz fixe & quelques autres fluides élastiques en dissolvent davantage, & que la quantité d'eau dissoute dans l'air & dans les gaz est très-variable, suivant les circonstances des lieux & des temps.

Cette quantité considérable d'eau qui est dans l'air est la matière des MÉTÉORES AQUEUX. *Voyez* cet article & ceux de PLUIE, ROSÉE, SEREIN, BRUINE, BROUILLARD, GRÊLE, NEIGE, GIVRE; *voyez* les mots NUÉES, NUAGES; sans oublier le mot EAU.

Cette propriété que l'air a d'être toujours chargé d'humidité, est essentielle pour les animaux qui le respirent, & pour la germination & l'accroissement des végétaux, car les uns & les autres souffrent d'un air trop sec; les premiers ne respirent qu'avec peine un air trop sec, & les seconds languissent & périssent dans un air qui n'est pas humide, comme on l'observe dans les années où les pluies sont très-rares.

Si l'air contient de l'eau dans un état de combinaison, l'eau contient de même de l'air en dissolution. *Voyez* le mot EAU.

XIV. *De quelques autres propriétés, qualités & effets de l'air.*

L'air se charge des émanations des corps odoriférans. *Voyez* ODEUR, ÉMANATION, MÉPHITISME, FOSSES D'AISANCE.

L'air est nécessaire pour l'entretien du FEU, de la FLAMME, & en général de toute COMBUSTION. *Voyez* ces mots.

L'air peut être considéré en mouvement. *Voyez* les articles SON & VENT.

L'air influe beaucoup sur les couleurs; il en est de même de la lumière. Les couleurs, non seulement celles qui sont vives, mais encore celles qui sont foncées & qui ont le plus d'intensité, perdent bientôt de leur éclat, suivant qu'elles sont plus ou moins de temps exposées à l'air. Des expériences journalières démontrent cette vérité; elles sont trop connues pour les rapporter. Il suffira de citer ici l'expérience suivante d'une couleur qui paroît & disparoît suivant que le contact de l'air a lieu ou non. Si on met dans un flacon de l'alkali volatil fluor, dans lequel on aura fait dissoudre de la limaille de cuivre, on aura une belle teinture bleue. Si on bouche bien ce flacon, la couleur disparoîtra peu après; mais en le débouchant ensuite, la couleur bleue reparoîtra aussitôt: & ces alternatives d'apparitions & de disparitions peuvent se répéter un grand nombre de fois. On sait encore que la dissolution d'orcanète par l'esprit de vin, qui forme une liqueur colorée qu'on met dans quelques thermomètres, perd sa couleur au bout de plusieurs années, & qu'il suffit d'ouvrir l'extrémité supérieure du tube, pour lui faire reprendre sa couleur primitive. La liqueur propre du coquillage appellé *pourpre*, prend successivement plusieurs espèces de couleur lorsqu'elle est exposée à l'air, ainsi que l'a remarqué M. de Reaumur: *Voyez* COULEUR. Sur la *couleur de l'air.* Voyez AZURÉE, BLEU.

L'air ayant des rapports avec tous les objets que la physique considère, il est nécessaire de consulter les articles respectifs sur lesquels l'air a une influence plus ou moins immédiate. Ainsi, par exemple, pour savoir si l'air a la propriété d'être absorbé par le charbon, il faut consulter l'article CHARBON, où cette matière sera traitée.

On a découvert depuis peu une singulière propriété de l'air, celle d'exciter le vomissement. M. Gosse a souvent employé ce moyen ingénieux pour se faire vomir à volonté: son but avoit été de faire des expériences sur la facilité ou la difficulté que les divers alimens ont à être digérés. Il consiste à avaler une certaine quantité d'air atmosphérique; cet air parvenu dans l'estomac devient alors un émétique sûr qui produit son effet sans dégoût ni fatigue. On peut voir les expériences très nombreuses de ce savant, à la suite des expériences sur la digestion de l'homme & de différentes espèces d'animaux, par l'abbé Spallanzani, traduites par M. Sennebier. 1783.

Parmi les qualités de l'air, on doit compter l'ÉLECTRICITÉ; elle exige d'être traitée avec une étendue suffisante, & de n'être exposée qu'après avoir établi les principes relatifs à cette matière, c'est pourquoi nous renvoyons ce que nous avons à en dire à l'article ÉLECTRICITÉ; *électricité de l'air*; *électricité de l'atmosphère*; on y verra que l'air n'est pas simplement conducteur, mais électrique par sa nature.

On ne doit point s'attendre à trouver ici, au moins

en détail, ce qui a rapport aux propriétés chimiques de l'air atmosphèrique, il faut avoir recours pour cet objet au dictionnaire de chimie. Il suffira de dire, 1°. que l'air atmosphèrique a de l'affinité pour l'eau; qu'il la dissout dans son état de liquidité; que la condition de température n'influe dans cette union que comme dans toute autre dissolution; que cette dernière persiste tant que la température ne change pas, ou que l'eau n'est pas séparée par une affinité plus puissante, telle que celle qu'exercent les substances hygrométriques; qu'il existe un point de saturation au-delà duquel ce composé d'air & d'eau n'agit plus sur l'eau, même en état de vapeurs; que celles qui forment les brouillards ne sont véritablement que des sphères plus légères que l'air, pleines d'un composé homogène de calorique & d'eau, & qui sont simplement mélangées avec l'atmosphère; que l'air humide est plus léger que l'air sec; qu'un air froid non saturé d'eau peut en dissoudre une plus grande quantité qu'un air chaud saturé d'humidité; que la portion d'eau que l'air atmosphèrique dépose dans les limites de l'humidité extrême au plus grand desséchement connu, est d'environ 11 grains par pied cube; que la cause la plus probable de la précipitation de l'eau dans des mélanges d'air à divers dégrés de température, est que le pouvoir qu'il a de dissoudre l'eau, décroit en plus grande raison que sa température (c'est une des expériences les plus plausibles de la formation de la pluie); que de tous les hygromètres celui à cheveux est un du très petit nombre de ceux qui sont les plus règlés & les plus comparables; que comme il ne peut servir que pour l'air atmosphèrique, on est contraint d'employer pour les autres fluides permanens les terres & les sels caustiques, ou tout autre corps hygromètrique; que cependant parmi ces substances, l'acide sulfurique paroît préférable en ce qu'il n'absorbe pas de gaz acide carbonique.

2.° Que l'air atmosphèrique a de l'affinité pour le gaz acide carbonique; qu'il en tient presque toujours en dissolution; que c'est en vertu de cette affinité que l'air atmosphèrique ne cède pas à la chaux ou aux autres alkalis toute la quantité de gaz acide carbonique qu'il tient en dissolution; que ce gaz ne manque jamais aux végétaux qui ne peuvent croître qu'en s'appropriant le charbon qui est un de ses principes constituans, & qu'il existe sur le sommet des plus hautes montagnes dont n'approche aucun être organisé qui puisse en fournir les matériaux, & loin desquelles il devroit être enchainé par son poids. *Voyez* l'ouvrage déjà cité, & le mot EAU; article *eau dans l'air.*

AIR ACIDE MARIN. C'est la même chose que le *gaz acide marin.* (*Voyez* GAZ ACIDE MURIATIQUE.)

AIR ACIDE MARIN DEPHLOGISTIQUÉ. *Voyez* GAZ ACIDE MURIATIQUE OXIGÈNE.

AIR ACIDE SPATIQUE, *ou gaz acide spatique. Voyez* ACIDE, *acide-fluorique*, & GAZ ACIDE FLUORIQUE.

AIR ACIDE VEGETAL. *Voyez* GAZ ACIDE ACETEUX.

AIR-ACIDE VITRIOLIQUE. *Voyez* GAZ-ACIDE SULPHUREUX.

AIR ALKALIN. *Voyez* GAZ AMMONIACAL.

AIRS ARTIFICIELS; c'est le nom très-impropre qu'on a donné aux divers GAZ. *Voyez* l'article GAZ, & les différentes espèces de ce genre où se trouvent les articles qui ont rapport à tout ce qui a été nommé *airs* dans l'origine de la découverte.

AIR DÉPHLOGISTIQUÉ; c'est la même chose que *l'air pur*, *l'air végétal*, *l'air de feu*, *l'air éminemment respirable*; c'est le *gaz oxigène* de la nouvelle nomenclature. *Voyez* le mot GAZ OXIGÈNE.

AIR DE VENT; c'est la même chose que *rumb de vent. Voyez* RUMB DE VENT.

AIR FIXE, c'est la même chose que *gaz fixe; gaz acide crayeux; gaz acide carbonique* de la nouvelle nomenclature: quelques-uns lui ont donné le nom de gaz méphitique; mais cette dénomination est vicieuse, parce qu'il y a plusieurs autres gaz, que le gaz fixe, qui sont méphitiques. *Voyez* GAZ ACIDE CARBONIQUE.

AIR HÉPATIQUE. *Voyez* GAZ HYDROGÈNE SULPHURÉ.

AIR INFLAMMABLE; c'est la même chose que le *gaz inflammable*; *gaz hydrogène* de la nouvelle nomenclature. *Voyez* GAZ HYDROGÈNE.

AIR INNÉ. Les anciens anatomistes ont donné ce nom à une substance aérienne extrêmement subtile qu'ils supposoient être enfermée dans le labyrinthe de l'oreille interne, & qui servoit à transmettre les sons au *sensorium commune.* Mais l'existence de cet air n'est point prouvée.

AIR MÉPHITIQUE. Cette dénomination convient à tout air malfaisant.

AIR NITREUX; c'est le GAZ NITREUX.

AIR NITREUX DÉPHLOGISTIQUÉ. *Voyez* GAZ ACIDE NITRIQUE.

AIR PHLOGISTIQUÉ, *gâté*, *vicié. Voyez* GAZ AZOTE.

AIR PHOSPHORIQUE *ou gaz phosphorique. Voyez* GAZ HYDROGÈNE PHOSPHORISÉ.

AIR *puant du soufre*; c'est le GAZ HYDROGÈNE SULPHURÉ.

AIR PUR. La substance à laquelle on donne le nom *d'air pur*; ceux *d'air vital*, de *gaz déphlogis-*

tiqué, d'air de feu, de *gaz oxigène*, est l'air éminemment respirable, le seul propre à la respiration des animaux & à la combustion. A l'article GAZ, & à celui de GAZ VITAL, on traitera de tout ce qui a rapport à cet important sujet, en même temps un des plus brillans de la physique moderne. On verra mieux alors la liaison que cet air pur, que ce gaz vital a avec les autres gaz, & sa nature sera plus facilement connue : d'un autre côté, on évitera de cette manière les répétitions. *Voyez* GAZ OXGIÈNE.

AIRAIN, ou *Bronze*. On donne ce nom à un métal composé de cuivre & d'étain ; on y mêle quelquefois du zinc & d'autres matières métalliques. On se sert de ce mixte métallique pour faire des canons, des statues, des cloches, &c., & s'il est plus dur, plus élastique & plus sonore que le cuivre & l'étain, &c. Il est aussi plus aigre & plus cassant. Si le bronze est moins sujet à la rouille que le cuivre qui se couvre facilement de verd-de-gris, il faut l'attribuer à l'étain qui est beaucoup moins susceptible d'être attaqué par les sels, l'humidité & l'air. L'airain est beaucoup plus fusible que le cuivre seul.

AIRE. L'origine de ce mot vient de *area*, & signifie en général une surface plane sur laquelle on marche, celle sur laquelle on bat le bled ; mais en géométrie, cette expression désigne la surface d'une figure quelconque, soit qu'elle soit rectiligne, curviligne ou mixtiligne, c'est-à-dire, d'une figure terminée par des lignes droites ou par des lignes courbes, ou enfin par des lignes droites & par des lignes courbes.

Prenons, par exemple, un quarré ou figure terminée par quatre côtés égaux, formant entr'eux quatre angles égaux. Si on veut avoir son aire ou surface, on multipliera un côté par lui-même ; le côté d'un quarré étant, par exemple, 5, c'est-à-dire, 5 toises, 5 pieds, ou 5 pouces, en multipliant 5 par 5, le produit sera 25, ce qui annonce que l'aire de ce quarré est de 25 toises, ou 25 pieds, ou 25 pouces. Ainsi, dans la *figure 15*, en multipliant A C, qui est égal à 5 parties, par 5, on aura 25 petits quarrés qui composent ou couvrent toute la surface de ce quarré.

S'il s'agit du rectangle E F G H, *figure 16*, dont un côté E F soit de 7 parties, & l'autre F H de 3, on aura son aire en multipliant 7 par 3 ; le produit 21 exprimera la valeur de l'aire de ce triangle. En général, l'aire d'un parallélogramme est égale au produit de sa base par sa hauteur.

L'aire d'un triangle est égale au produit de la base par la moitié de la hauteur, ou, ce qui revient au même, à la moitié du produit de la base par la hauteur, parce que cette aire est la moitié de celle d'un parallélogramme de même base & de même hauteur que le triangle. Ainsi, dans la figure 17, l'aire du triangle I L K est égale à la moitié du produit I K par M L ; & si on suppose que I K soit de 10 parties, & M K de 8 parties, la valeur de l'aire du triangle sera de la moitié de 80, c'est-à-dire, de 40 parties.

L'aire d'un trapèze est égale au produit de sa hauteur, par la moitié de la somme des bases supérieure & inférieure, ou au produit de la hauteur, par l'élément qui tient le milieu arithmétique entre les bases supérieure & inférieure. L'aire de la *figure 18* sera donc égale au produit de la hauteur N P par la moitié de M O & de P Q, ou par le produit de N P par R S.

En général, l'aire d'un polygone quelconque régulier, soit pentagone, exagone, eptagone, octogone, &c. &c. est égale au produit du rayon droit par la moitié du périmètre du polygone, c'est-à-dire, de C I, par la moitié de la somme de E F, F G, G H, H K, K L, L E, dans la *figure 19* ; parce que la surface du polygone régulier étant égale à celle de tous les triangles qu'on peut y former, par exemple, des 6 triangles de la *figure 19* ; & ces triangles qui sont tous égaux, ayant une même hauteur, celle du rayon droit C I, & même base, un côté du polygone régulier, il s'ensuit que la somme des aires de tous ces triangles est égale à celle de l'aire d'un seul triangle qui auroit la hauteur C I, & une base égale au périmètre ou contour du polygone, & conséquemment que l'aire de ce triangle unique est égale au produit de sa hauteur par la moitié de sa base, & par une suite nécessaire à l'aire du polygone proposé.

Si on généralise encore davantage le problême, & qu'on desire d'avoir l'aire d'un polygone régulier ou irrégulier, on la trouvera facilement en divisant un polygone quelconque en triangles, & en cherchant la somme des aires de chaque triangle. Quelquefois, pour faciliter l'opération, on peut réduire le polygone en parallélogrammes & en triangles.

L'aire d'un cercle se trouve facilement, ce qui est souvent utile en physique, en multipliant le rayon C A, *figure 20*, par la moitié de la circonférence a b d ; le cercle n'étant qu'un polygone régulier d'une infinité de côtés, la démonstration précédente doit être ici appliquée : ceci est un exemple de l'aire d'une figure curviligne. Faisons-en une application particulière ; le rapport de la circonférence du cercle à son diamètre, étant de 7 à 22, ou sensiblement de 1 à 3 (en négligeant la fraction) si on suppose que le diamètre d'un cercle soit 14, & sa circonférence 42 environ, le rayon 7 multiplié par 21, moitié de la circonférence, donnera 147 pour l'aire ou la surface du cercle.

La surface ou aire d'un secteur de cercle E F G, s'évaluera donc en prenant le produit du rayon E F par la moitié de F G. *Voyez la figure 21.*

Cet exemple appartient à une figure mixtiligne, car la figure d'un secteur est composée de lignes droites & de lignes courbes. C'est dans le dictionnaire de mathématiques qu'on doit chercher la manière de déterminer l'aire des autres figures curvilignes & mixtilignes.

On aura l'aire d'un ellipse, en prenant celle d'un cercle dont le diamètre soit une ligne moyenne proportionnelle entre le grand & le petit axe de l'ellipse. La racine quarrée du produit du grand axe par le petit axe, sera la moyenne proportionnelle cherchée, ou le diamètre du cercle dont la superficie est égale à l'aire de l'ellipse proposée : alors on procédera comme pour le cercle.

Il sera facile de connoître le rapport des aires de plusieurs cercles ; parce qu'elles sont entr'elles comme les quarrés des diamètres de ces différens cercles. Si le diamètre d'un cercle est trois fois plus grand que celui d'un autre, ou dans le rapport de 3 à 1, leurs surfaces seront comme 9 à 1, ou comme les quarrés des diamètres.

AIRES *proportionnelles aux temps ;* c'est une des fameuses lois de Kepler, & qui consiste en ce que les orbites elliptiques des planètes sont parcourues de telle sorte que les aires décrites sont proportionnelles aux temps. Pour le bien comprendre, supposons qu'on tire un rayon du centre du soleil au centre d'une planète quelconque, ce rayon s'appelle *rayon secteur*; ce rayon qui est censé porter la planète (car c'est de là que lui est venu le nom de *secteur* ou porteur), parcourt dans des temps égaux des secteurs qui sont égaux quant à leur *aire* ou *superficie*, les planètes ayant des vîtesses qui sont inverses à leurs distances au foyer de l'ellipse qu'elles parcourent. Ainsi une planète étant trois ou quatre fois plus éloignée du soleil, qui est à un des foyers de l'orbite qu'elle décrit, elle ira trois ou quatre fois plus lentement, de sorte que le secteur ou triangle mixtiligne (formé par deux rayons secteurs & une portion de l'orbite, celle qui est parcourue) étant trois ou quatre fois plus étroit, quoique trois ou quatre fois plus long, la surface sera toujours égale. Cette loi est une conséquence nécessaire de la détermination des excentricités & des vîtesses des planètes ; & Newton a démontré que la loi que nous venons d'exposer étoit une suite du mouvement des planètes autour du soleil, & de la force centrale dirigée vers cet astre.

AIROMÉTRIE, est la science des propriétés de l'air. *Voyez* AIR. Ce mot est composé d'*αυρ*, *air*, & de *μέτρειν*, *mesurer*.

L'*ariométrie* comprend les lois du mouvement, de la pesanteur, de la pression, de l'élasticité, de la raréfaction, de la condensation, *&c.* de l'air. *Voyez* ÉLASTICITÉ, RARÉFACTION, *&c.*

Le mot d'*airométrie* n'est pas fort en usage ; & on appelle ordinairement cette branche de la physique la *pneumatique*. *Voyez* PNEUMATIQUE.

M. Wolf, professeur de mathématique à Hall, ayant réduit en démonstrations géométriques plusieurs des propriétés de l'air, publia le premier à Leipsic en 1709, les élémens de l'*airométrie* en allemand, & ensuite plus amplement en latin ; & ces élémens d'*airométrie* ont depuis été inserés dans le cours de mathématique de cet auteur, en cinq volumes *in-4°*. à Genève.

Les élémens d'airométrie ou d'aérométrie de Wolf sont divisés en plusieurs chapitres. Le premier, traite des principes de l'airométrie ; le second, de l'élasticité & de la pesanteur de l'air. Le troisième a pour objet la compression de l'air ; le quatrième, l'équilibre de l'air avec d'autres fluides spécifiquement plus pesans que lui ; le cinquième, la raréfaction & condensation de l'air, de même sa densité & sa rareté. Le mouvement de l'air fait le sujet du chapitre sixième ; & dans le septième & dernier, il est question de la chaleur & du froid de l'air, de même de son humidité & de sa sécheresse.

AJUTAGE ou AJUTOIR. C'est un petit tube de métal, conique ou cylindrique, percé d'un ou plusieurs petits trous, & ajouté au bout d'un tuyau montant, auquel il se visse par le moyen d'un écrou. Plus généralement, c'est l'orifice par lequel un fluide sort d'un réservoir quelconque.

On distingue les ajutages en simples & en composés ; les premiers, communément élevés en cône, n'ont qu'un seul trou ; les seconds, pendant une section de cylindre, portent une platine percée de plusieurs trous, soit circulaires soit en fente ; quelquefois on y a soudé plusieurs petits tubes qui, par leur assemblage, forment des gerbes de différentes sortes ; d'autrefois le milieu de la platine n'est point percé, mais au-dessous est une ouverture circulaire qui offre une zone plus ou moins large. Dans un grand nombre de cas on forme des éventails, des soleils, des girandoles, &c.

M. Mariotte, qui s'est beaucoup occupé de cette matière, a trouvé par expérience que parmi les formes qu'on donne à un ajutage simple, la plus avantageuse étoit celle d'un trou rond, égal & poli, fait à une plaque mise a l'extrémité du tuyau ; que le jet étoit plus élevé dans ce cas, que dans ceux où il étoit forcé à sortir par un ajutage cylindrique ou conique qu'on y auroit ajouté ; & que de ces deux dernières formes, le conique étoit le meilleur.

La principale question qu'on peut examiner relativement à l'objet présent est la *dépense de l'eau qui se fait par différens ajustages, selon les diverses élévations des reservoirs*. Par dépense d'eau, on entend la quantité d'eau qui s'écoule pendant un temps déter-

miné. Pour bien comprendre ce qui a rapport à cette matière, il est nécessaire de donner quelques notions préliminaires.

Un pied cube d'eau pèse 70 livres, & contient 36 pintes mesure de paris, lorsqu'elles sont mesurées justes; mais si l'eau passe les bords de la mesure, sans se répandre, la pinte d'eau pese alors 2 livres; & 35 pintes pesant conséquemment 70 livres, font le pied cube. Le muid de Paris contient 280 de ces dernières pintes, & 288 des autres.

En hydraulique un pouce d'eau est la quantité d'eau qui coule par une ouverture circulaire d'un pouce de diamètre, posée verticalement en un des côtés d'un baquet ou réservoirs, lorsque la surface de l'eau qui fournit à l'écoulement, de même toujours au-dessus de l'ouverture à la distance d'une ligne, c'est-à-dire, à 7 lignes au-dessus de son centre, sans s'élever plus haut, ni s'abaisser au-dessous. Il passe, en une minute de temps, par cette ouverture, 28 livres d'eau en 14 pintes, pesant chacune 2 livres.

On observera qu'à l'endroit de l'ouverture & immédiatement au-dessus, l'eau est plus basse qu'au reste du baquet, où elle est élevée d'une ligne plus haut; car si elle n'étoit qu'à la même hauteur, l'extrémité de la surface de l'eau ne passeroit pas le bord supérieur de l'ouverture en coulant, & elle n'en donneroit alors, en une minute, qu'environ 13 pintes & $\frac{3}{8}$.

Pour déterminer un pouce d'eau, & faciliter les différens calculs, selon les diverses ouvertures & dispositions des *ajustages*, on peut supposer qu'un pouce d'eau donne 14 pintes ou 28 livres d'eau en une minute; & c'est sur ce pied que les calculs suivans ont été faits.

Un pendule de 3 pieds $\frac{1}{2}$ lignes depuis le point de suspension jusqu'au centre de la lentille ou de la balle fait une seconde à chaque oscillation, & une minute en 60 oscillations.

Afin de savoir sans jauge ce que donne d'eau une médiocre fontaine, on en reçoit l'eau dans un grand vaisseau. Si en une demi-minute elle donne 7 pintes, on est sûr qu'elle donne un pouce d'eau; si elle fournit 21 pintes, elle donne 3 pouces, &c. suivant cette détermination, un pouce d'eau donne 3 muids de Paris en une heure, & 72 en 24 heures. Une ligne est la 144 partie d'un pouce, & elle fournit un demi-muid en 24 heures; deux ouvertures d'une ligne donnent un muid; & une ouverture de 3 lignes de diamètre, qui font 9 lignes superficielles, dépense 4 muids & demi en 24 heures.

Une expérience constante ayant prouvé qu'un réservoir de 13 pieds de hauteur au-dessus de l'ouverture d'un ajustage circulaire de 3 lignes de diamètre, donnoit un pouce d'eau, c'est-à-dire, 14 pintes en une minute, jaillissant de bas en haut, on a pris ce résultat pour fondement de la dépense des autres jets d'eau, laquelle en général est proportionnelle aux ouvertures de leurs ajustages & aux élevations des reservoirs au-dessus de ces ouvertures.

1.° *De la dépense des eaux par des ajustages différens, l'élévation de l'eau dans les reservoirs étant la même.* Lorsque les reservoirs sont à même hauteur, & les ajustages différens, ils dépensent de l'eau selon la proportion des ouvertures par où l'eau sort, ou des quarrés de leurs diamètres. Si un réservoir de 12 pieds a un ajustage de 6 lignes de diamètre, il donnera donc 4 pouces d'eau; si l'ouverture est d'un pouce de diamètre, le jet de bas en haut donnera 16 pouces d'eau, pourvu que les tuyaux qui portent l'eau, soient d'une largeur suffisante, selon les règles qui sont données à l'article TUYAU DE JETS D'EAU. Afin de calculer ces dépenses des eaux, on prendra le quarré de 3, qui est 9; & si l'ajustage nouveau a 5 lignes de diamètre, il faut faire cette règle de trois: si 9, quarré de 3, donne 14 pintes, combien 25, quarré de 5? on trouvera que le quatrième nombre sera 38 $\frac{8}{9}$, & ainsi des autres ajustages. En voici une table.

Table des dépenses d'eau, pendant une minute, par differens ajustages ronds, l'eau du réservoir étant à 12 pieds de hauteur.

Par un ajustage d'une ligne de diamètre,	1	pinte $\frac{5}{9}$
Par un de 2 lignes, ...	6	pintes $\frac{2}{9}$
Par un de 3 lignes, ...	14	pintes
Par un de 4 lignes, ...	24	pintes $\frac{8}{9}$
Par un de 5 lignes, ...	38	pintes $\frac{8}{9}$
Par un de 6 lignes, ...	56	pintes
Par un de 7 lignes, ...	76	pintes $\frac{1}{4}$
Par un de 8 lignes, ...	110	pintes $\frac{2}{3}$
Par un de 9 lignes, ...	126	pintes

Maintenant pour connoître le nombre de pouces d'eau que donnent ces divers ajustages, il suffit de diviser le nombre des pintes trouvées par 14, qui, ainsi qu'on l'a dit au commencement de cet article, est le nombre de pintes que fournit un pouce. Le quotient de la division donne les pouces d'eau. Par exemple, si on divise 126 pintes, dernier nombre de le table précédente, par 14, on trouvera 9 pouces d'eau; de même pour les autres.

2.° *De la dépense des eaux par des ajustages égaux, les élévations des eaux dans les reservoirs étant differentes.* Si les hauteurs des eaux des reservoirs sont différentes, les plus hautes donnent plus que les moins hautes, selon la raison sou-doublée des élévations ou hauteurs, c'est-à-dire, comme la moindre hauteur à la moyenne proportionnelle entr'elle & la plus grande.

Selon cette règle, si la surface de l'eau du réservoir le moins haut est de 3 pieds d'élévation, & l'ajustage de 3 lignes, il faut prendre 6 qui est le nombre moyen proportionnel entre 3 & 12; & parce que 6 est

à 3 comme 14 pintes à 7, on jugera que le reservoir de 3 pieds d'élévation donnera un demi-pouce, c'est-à-dire, 7 pintes en une minute par une ouverture de 3 lignes. Si la hauteur étoit de 4 pieds, il faut prendre 48, produit de 4 par 12, dont la racine est 7 à peu-près, & comme 12 à 7, ainsi 14 à 8 $\frac{1}{6}$; ce qui fera connoître que ce jet d'eau donnera 8 pintes et $\frac{1}{6}$ en une minute à fort peu près.

Table des dépenses d'eau à différentes élévations de réservoirs, sur trois lignes d'ajustages en une minute.

à 3 pieds,	7	pintes ou un $\frac{1}{2}$ pouce.
à 4 pieds,	8	pintes, très-peu plus.
à 5 pieds,	9	pintes $\frac{1}{31}$, fort peu plus:
à 6 pieds,	10	pintes, un peu moins.
à 8 pieds,	11 $\frac{1}{2}$	pintes, un peu moins.
à 9 pieds,	12 $\frac{1}{6}$	pintes, un peu moins.
à 10 pieds,	12 $\frac{5}{6}$	pintes, un peu moins.
à 12 pieds,	14	pintes.
à 15 pieds,	15 $\frac{2}{3}$	pintes, un peu moins.
à 18 pieds,	17 $\frac{2}{11}$	pintes, un peu moins.
à 20 pieds,	18 $\frac{1}{12}$	pintes.
à 25 pieds,	20 $\frac{1}{6}$	pintes.
à 30 pieds,	22 $\frac{1}{6}$	pintes.
à 25 pieds,	24	pintes, un peu moins.
à 40 pieds,	25 $\frac{2}{3}$.	
à 45 pieds,	27 $\frac{1}{6}$.	
à 48 pieds,	28	pintes ou 2 pouces.

On observera que lorsque les réservoirs ont plus de 50 pieds de hauteur, les ajustages de 3 lignes sont trop étroits, & la dépense de l'eau devient sensiblement moindre que selon la proportion sous-doublée de 12 à 60 ou à 80, &c. tant à cause du plus grand frottement à proportion, que de la plus grande résistance de l'air.

L'expérience a encore prouvé que les tuyaux auxquels sont adaptés les ajustages, doivent avoir une largeur assez considérable jusqu'à l'ajustage; & que cette largeur doit être d'autant plus grande, que l'ajustage est plus large. Voici les règles de ces grandeurs.

Un réservoir de cinq pieds, ayant un ajustage de 6 lignes, doit avoir le tuyau le plus proche de l'ajustage, environ de 2 pouces. La meilleure figure, pour la conduite des tuyaux jusqu'à l'ajustage, doit être telle que le tuyau A B C, *figure 191*, c'est-à-dire, que la courbure en B ne doit pas être à angle droit, comme en la *fig. 192 a b c d*; &, dans les médiocres hauteurs, jusqu'à 10 ou 12 pieds, il ne faut point de tuyau long à la sortie, comme *c d*, car le frottement retarderoit le jet très-considérablement; mais il suffit de l'épaisseur du métal.

Si le réservoir est de 21 pieds 4 pouces de hauteur, & l'ouverture de l'ajustage de 6 lignes, le jet n'ira pas à 20 pieds, si le tuyau de la conduite n'est que de 2 pouces, parce que le frottement sera trop grand dans le tuyau étroit, où l'eau coulera deux fois plus vîte que lorsque le réservoir n'est qu'à 5 pieds de hauteur, & conséquemment il faut le tenir plus large, afin que l'eau y aille à-peu-près avec la même vîtesse. Il faut donc qu'au lieu de 2 pouces, il ait 2 pouces $\frac{3}{4}$ environ, parce que les vîtesses étant en raison sous-doublée des hauteurs, la vîtesse de ce dernier jet sera double de l'autre, & par conséquent le quarré du diamètre de la largeur de son tuyau doit être double de l'autre à-peu-près. C'est sur cette règle qu'est fondée la table suivante.

Table des largeurs des tuyaux & des différens ajustages, selon la hauteur des réservoirs.

Hauteur des réservoirs.	*Largeur des ajustages.*		*Largeur des tuyaux.*
à 5 pieds	3 ou 4 ou 5 ou	6 lig.	22 lig.
à 10. . . .	4, 5 ou .	6 lig.	25 lig.
à 15. . . .	5 ou. . . .	6 lig.	2 pces $\frac{1}{4}$
à 20. . . .	6 lig. . . .		2 pces $\frac{1}{2}$
à 25. . . .	6.		2 pces $\frac{3}{4}$
à 30. . . .	6.		3 pces
à 40. . . .	7.	8 lig.	4 pces $\frac{1}{4}$
à 50. . . .	8.	10	5 pces $\frac{1}{2}$
à 60. . . .	10.	12	5 pces $\frac{3}{4}$ ou 6
à 80. . . .	12.	14	6 pces $\frac{1}{2}$ ou 7
à 100. . . .	12. . . 14	15	7 pces ou 8

On doit consulter les articles JETS D'EAU, DÉPENSE DES EAUX, TUYAUX DE JETS D'EAU, où on a exposé d'autres résultats qui ont rapport à cette matière: ce qui regarde cet article ajustage est extrait du tome second des œuvres de M. Mariotte, & particulièrement de son traité du mouvement des eaux.

ALAMBIC. C'est un appareil, composé de plusieurs vaisseaux qu'on emploie pour les distillations. Une des principales pièces est la CUCURBITE D L, qu'on recouvre du CHAPITEAU E, & par dessus celui-ci on met le réfrigérant F R, garni d'un robinet en R. Voyez ces trois articles & la figure 22. C'est dans la curcurbité D L, qu'on met les matiéres qu'on se propose de distiller, des substances végétales, par exemple, la *cucurbite* étant ordinairement en cuivre, on l'étame intérieurement, ainsi que le *chapiteau* même, lorsqu'elles sont de grand volume, comme je l'ai vu pratiquer dans les grandes brûleries d'eau de-vie du Languedoc, &c. On fait aussi des alambics de moyennes & de petites diversions qui sont d'étain, métal qui est beaucoup moins soluble que le cuivre. Il y a également des alambics qui sont tout de verre, pour distiller au bain de sable. *Voyez* la *figure 23*. G est la *cucurbite*, I le *chapiteau*, M le *matras* pour recevoir le produit de la distillation. Ils sont principalement destinés à

à distiller des liqueurs acides ou alcalines, capables d'attaquer les métaux. Quelquefois on place la cucurbite immédiatement sur le feu d'un fourneau ; d'autre fois on la met dans un vase de cuivre L, *figure* 22, en partie pleine d'eau pour distiller au bain-marie. La chaleur élève bientôt les parties volatiles des substances qu'on a mises au fond de la cucurbite, & qui sont susceptibles de s'élever à un degré de chaleur qui n'excède pas celui de l'eau bouillante, telle, par exemple, que l'esprit de vin. Dans les grandes cucurbites on a soin de les construire de telle sorte qu'elles soient larges, respectivement peu profondes & évasées, afin d'accélérer la distillation, sans employer plus de chaleur, la célérité de la distillation étant toujours proportionnelle à celle de l'évaporation, & celle-ci étant d'autant plus grande que les substances présentent plus de surface.

Le *chapiteau* E a la forme d'une calotte, au bas de laquelle est intérieurement une espèce de gouttière circulaire qui communique avec le bec N. Les vapeurs & les parties élevées du fond de la *cucurbite*, sont reçues dans le *chapiteau* ; le froid de l'air ou celui de l'eau contenue dans le *réfrigérant*, les condense ; elles tombent dans la gouttière, de-là par le bec de l'*alambic* dans un récipient ou *matras* M, *figure* 23.

Le réfrigérant est un vaisseau R S, *fig.* 22, dans lequel on met de l'eau pour refroidir plus promptement les vapeurs ; lorsque cette eau est échauffée, on la fait écouler par le robinet R, ensuite on la remplace par de l'eau froide.

On adapte quelquefois au bec du chapiteau un *serpentin* ; par ce nom on entend un long tuyau de cuivre ou d'étain, plongé dans un grand tonneau ou vase rempli d'eau. L'extrémité inférieure du serpentin est insérée dans le matras ou récipient. Ce serpentin, comme on voit, est un véritable réfrigérant. De plus longs détails sur cet objet doivent être cherchés dans le dictionnaire de chimie.

Nous ne finirons pas cet article, sans parler d'une nouvelle sorte d'alambic que M. Macors, maître en pharmacie de Lyon, a fait exécuter. Parmi les différens avantages que présente cet alambic, dit le chimiste, il en est deux sur-tout qui doivent le faire distinguer, celui de la prompte rectification des liqueurs spiritueuses, & celui d'obtenir par le même temps & même feu, les produits volatils séparés de deux substances différentes qu'on peut soumettre en même temps à la distillation.

La description de ce vaisseau suffira, aux yeux de ceux qui connoissent les loix de la distillation pour leur faire apprécier l'avantage qu'il a sur les alambics ordinaires, dans la plus grande partie des distillations pharmaceutiques.

La *figure* 187 représente l'alambic monté, qu'on peut regarder comme l'application de deux vaisseaux distillatoires dans le même. La cucurbite de cet alambic est de forme oblongue, ainsi que le réfrigérant, elle est séparée très-exactement dans le milieu, de façon que dans sa partie A, l'on peut mettre une substance, & dans sa partie B une autre, & distiller en la manière ordinaire, en mettant seulement à la place du conduit en spirale ou serpentin H, qui sert de communication aux deux vaisseaux, un bec ou conduit semblable à celui L qui est de l'autre côté du réfrigérant. On peut à volonté distiller de l'un & de l'autre côté à feu nu ou au bain-marie, ou d'un côté seulement au bain-marie, & de l'autre au bain nu ; en ajoutant à ce dernier côté une alonge D, qui sert à établir ce niveau avec celle du col du bain-marie C.

Ce vaisseau est construit de manière que toutes ses parties s'adaptent parfaitement les unes sur les autres, & qui, si l'on veut distiller des substances dont les produits volatils soient plus ou moins expansibles, on peut à volonté laisser ou oter les deux colonnes ou alonges E E qui servent à éloigner le réfrigérant de la cucurbite.

Si au contraire on ne veut distiller qu'une même substance, & la rectifier au même moment, il ne s'agit que de monter l'alambic, tel qu'on le voit dans la *figure* 187. Soit pris pour exemple le vin afin d'en obtenir l'esprit-de-vin.

Dans la partie A de la cucurbite, on mettra à feu nu le vin qu'on veut distiller ; ses vapeurs passeront en eau-de-vie dans la colonne E 1, & se condenseront à l'aide du réfrigérant F dans le chapiteau G, pour descendre en liqueur par la spirale H dans la partie du bain-marie C. Voilà pour l'eau-de-vie. L'eau bouillante de la partie de la cucurbite B où est plongé le bain-marie qui reçoit l'eau-de-vie, relevera à son tour les parties les plus volatiles de la liqueur qui passeront en esprit-de-vin dans la colonne E 2, pour être condensées par le même réfrigérant dans le chapiteau I, & descendre par le conduit L dans un vaisseau propre à les recevoir. Ainsi pourront se faire par le même feu & dans le même temps toutes les cohobations & rectifications des autres liqueurs spiritueuses.

La *figure* 188 représente la coupe verticale de l'alambic.

La *figure* 189, celle de l'une & de l'autre colonne & du chapiteau qui les termine.

La *figure* 190, celle du bain-marie & de la cucurbite. Le réfrigérant & la cucurbite sont en cuivre, ainsi que les cercles qui servent à emboîter les différentes parties, tout le reste est en étain.

Il faut observer que les ouvertures de l'alambic soient plus évasées que faire se pourra, afin de laisser aux vapeurs le plus de surface possible.

Albert le Grand a joui pendant sa vie d'une très-grande réputation; le nombre de ses élèves fut si grand, à Paris, en 1245, qu'il fut obligé de professer au milieu d'une place publique. On raconte un grand nombre de fables ridicules sur son compte, que nous passerons sous silence. Mais il paroît qu'il composa plusieurs ouvrages sur l'astronomie & sur la mécanique. On a beaucoup parlé d'un automate de forme humaine, qui prononçoit des mots & qui alloit ouvrir la porte à ceux qui frappoient; ce qui le fit passer pour magicien auprès des ignorans. Cet ouvrage surprenant montre qu'il n'a pas eu le surnom de Grand, précisément, parce qu'il vivoit dans un siècle où les hommes étoient bien petits, comme l'a dit Voltaire.

Ce savant naquit à Lawingen, sur le Danube; dans la Souabe, en 1205; il entra dans l'ordre de Saint-Dominique, & fut ensuite évêque de Ratisbonne : le pape Alexandre IV, le nomma encore maître du sacré Palais. Mais dégouté des honneurs, il renonça à ses dignités & retourna dans le cloître. Il mourut en 1280, à l'âge de 77 ans. La collection de ses ouvrages est étonnante; elle forme 21 gros volumes in-folio, dont la plus grande partie est pleine des subtilités scolastiques de la philosophie d'Aristote, ou plutôt de celle des péripatéticiens. On trouve bien peu de bonnes choses dans son ouvrage *de mirabilibus* : on lui attribue le traité *de naturâ rerum*, & celui de *secretis mulierum*, dans lequel il développe l'art des accouchemens. *Voyez l'arcicle* Agrippa dans ce dictionnaire.

ALBUGINÉE, *voyez* Conjonctive.

ALGEBRE; c'est la science du calcul des grandeurs considérées généralement. Pour cet effet, on représente les différentes quantités qu'on veut soumettre au calcul par des signes très-universels : comme ces signes sont nécessairement arbitraires, on a choisi les lettres de l'alphabet & quelques caractères, lesquels n'ayant aucune valeur, ou signification déterminée, peuvent désigner toute espèce de quantité, une grandeur quelconque. Dans l'arithmétique les caractères numériques, 1, 2, 3, 4, &c. ont une valeur & une signification déterminée, 3, par exemple, désigne 3 unités; mais les caractères algébriques, a, b, c, d, e, &c. n'expriment que des grandeurs en général, dont la valeur n'est point déterminée : C ne signifie pas plus 3 que 4 & 5, que 1000, ou 100000, ou mille millions, &c. ce qui est très-avantageux.

Cette grande généralité des caractères algébriques ne doit pas être conçue avec plus de difficulté, que l'espèce de généralité moins étendue des caractères numériques; car, si ces derniers sont déterminés, quant au nombre, ils ne le sont aucunement par rapport à la nature des objets, aux espèces de grandeurs qu'ils représentent. Ainsi, 1, 2, 3, peuvent désigner 1, 2 ou 3 sols, livres, louis, centaines de livres, &c. deux ou trois maisons, arbres, moutons, chevaux, &c. Si l'arithméticien n'examine point, lorsqu'il opère sur les nombres, quelle est la nature des objets représentés; de même l'algébriste, en calculant les quantités générales ou les symboles, dont ils sont les expressions, ne recherche aucunement quelle est la valeur déterminée des caractères a, b, c, d, &c. qu'il emploie. En ajoutant a & b, il a pu ajouter aussi-bien 1, & 2, que 4 & 7, que 30 & 157, &c. & les résultats des calculs seront toujours bons pour tous les cas imaginables.

Nous nous sommes un peu étendus sur cette exposition, parce que les personnes qui ne connoissent pas l'algèbre, ont ordinairement un préjugé contre elle, la regardant comme une science difficile : & que cette première difficulté qu'ils éprouvent à en concevoir la nature, les décourage quelquefois. L'algèbre n'est qu'une arithmétique universelle, ainsi que l'a dit Newton. On opère sur les lettres de l'alphabet comme sur les nombres; on fait de part & d'autre des additions, des soustractions, des multiplications, des divisions, des extractions de racines quarrées, cubiques, &c. &c. Mais la principale partie de cette science s'occupe de la solution des problèmes. C'est dans les traités de mathématique qu'on trouve par-tout, qu'il faut chercher les régles qui enseignent à faire les différentes opérations algébriques; les exposer ici, ce seroit s'occuper d'un objet étranger : d'ailleurs, on les trouvera dans le dictionnaire de mathématique, faisant partie de l'Encyclopédie par ordre des matières.

C'est à Diophante, auteur grec, qu'on attribue ordinairement l'invention de l'algèbre; il ne reste que six des treize livres qu'il composa sur cette science. Ils fûrent publiés en 1575 par Xilander, & ensuite commentés par Bachet & Fermat. Quelques-uns croient que c'est des Indiens, des Perses & des Arabes que nous tenons l'algèbre. Luc Paciolo, Stifelius, Ferrei, Tartaglia, Cardan & Bombelli, cultivèrent successivement cette science; Viete vint ensuite, & on peut dire, avec M. l'abbé de Gua de Malves, que ce grand géomètre fit lui seul autant d'honneur à la France, que tous les auteurs dont on vient de faire mention, en avoient fait ensemble à l'Italie. « Il n'est presque aucune science qui n'ait dû au grand Descartes quelque degré de perfection, mais l'algèbre & l'analyse lui sont encore plus redevables que toutes les autres. » Si on desire de plus grands détails sur ce sujet, on peut consulter un excellent mémoire de M. l'abbé de Gua, imprimé parmi ceux de l'académie des sciences de Paris, année 1741.

ALGOL. Cette étoile, marquée B par Bayer, est dans la tête de Méduse, & change périodiquement de grandeur. Montanari avoit observé sa vraie période. M. Goodvik a trouvé que cette

période étoit de deux jours & vingt-une heures, ou 69 neuf heures. Le temps de la variation en grandeur de cette étoile, eſt d'environ ſept heures, de façon qu'elle commence à diminuer de ſa grandeur de ſecond ordre, juſqu'à ce qu'elle ne paroiſſe que comme une étoile de la quatrième grandeur, pendant trois heures & demie; enſuite elle commence à augmenter, juſqu'à reprendre ſa première grandeur pendant autant de temps.

Les uns ont penſé que ce phénomène venoit d'une planète qui tourne autour de l'étoile algol qui eſt un vrai ſoleil, & que cette planète en eſt beaucoup plus près que mercure ne l'eſt de notre ſoleil, & en même temps beaucoup plus grande; car ſon mouvement eſt preſque trente fois plus rapide que celui de mercure : dans ce cas, elle nous éclipſe une très-grande quantité de ſa lumière.

D'autres ont ſuppoſé qu'algol avoit une tache ſemblable à celles de notre ſoleil, mais d'une grandeur énorme à proportion de ſon diſque, & que la vîteſſe de la rotation de cet aſtre étoit infiniment plus grande que celle de notre ſoleil, qui fait ſon tour en 27 jours & demi ſur ſon axe.

ALIDADE. C'eſt une règle mobile qui eſt ordinairement fixée par une de ſes extrémités au centre d'un inſtrument, de manière que l'autre bout puiſſe, en parcourant tout le limbe, indiquer les degrés qui marquent les angles. Les inſtrumens où l'on met des alidades ſervent à détermiuer les diſtances & les hauteurs, & ils ſont du plus grand uſage dans la géomètrie pratique, & dans l'aſtronomie. On les arme de pinnules ou de lunettes. (*Voyez* PINNULE.) Le quart de cercle, le graphomètre, les planchettes, &c. portent des alidades.

En phyſique, on ſe ſert d'une alidade creuſée en gouttière, lorſqu'on veut connoître le temps qu'un corps met à tomber par un plan incliné, afin de le comparer à la chûte qu'il feroit en deſcendant, par exemple, ſelon une perpendiculaire à l'horiſon : la gouttiére ſert alors à retenir les corps ſphériques qu'on fait tomber.

L'appareil repréſenté dans la *figure* 25 ſert à démontrer, par voie d'expérience, qu'un corps qui tombe obliquement par la corde quelconque d'un cercle, emploie autant de temps pour la parcourir que pour tomber par le diamètre vertical de ce cercle. Ainſi, l'alidade A F ou B C, qui eſt creuſée en gouttière, étant fixée au point A ou au point B, ſur leſquels elle peut tourner comme une roue ſur ſon axe, repréſente toutes les cordes du cercle, (*voyez* CORDE) qui ſeront meſurées par les portions correſpondantes de la circonférence. Suppoſons que l'alidade ſoit placée dans la ſituation B C, qu'une boule d'ivoire de métal, &c. ſoit retenue en D par une pince à reſſort, & qu'on en retienne de même une autre pareille en A à l'extrémité ſupérieure du diamètre A B. Lorſqu'on tirera un fil commun pour faire partir à-la-fois les détentes, les deux boules partiront & arriveront en même temps au point B, quoique l'une deſcende par la corde ou la gouttière de l'alidade, & que l'autre tombe par le diamètre du cercle qui eſt plus long. *Voyez* PESANTEUR, CHUTE DES CORPS.

ALIMENT. On entend par ce mot toute ſubſtance qui peut ſe diſſoudre & ſe changer en chyle par le moyen de la liqueur ſtomacale & de la chaleur naturelle, pour être enſuite convertie en ſang, & ſervir à l'accroiſſement du corps, & à en réparer les pertes que la tranſpiration journalière occaſionne continuellement.

On doit d'abord conſidérer la qualité des alimens; quelques-uns peuvent être vicieux en eux-mêmes, ou relativement à l'état de l'eſtomac. Ils peuvent être alcalins, acides, rances, ſalés, viſqueux, &c. et ceux qui ont ces qualités, utiles dans certains cas, ſont quelquefois nuiſibles ſelon le tempérament & la diſpoſition d'un eſtomac.

Les meilleurs alimens, pris en trop grande quantité, peuvent devenir très-pernicieux, & même beaucoup plus que d'autres qui feroient nuiſibles en eux-mêmes, mais en petit volume. La quantité eſt relative à l'âge, au tempérament, au ſexe, à l'état où l'on ſe trouve, &c. C'eſt dans le traité des alimens, que divers ſavans ont publié, & en particulier dans l'Encyclopédie par ordre des matières, qu'on doit chercher ce qui a rapport à ce ſujet.

Les diverſes eſpèces d'alimens contiennent différens principes. Ne pouvant nous étendre, nous donnerons ici, d'après M. Geoffroi, le réſultat du produit de ſes expériences ſur la chair du mouton, afin qu'on puiſſe ſe former une eſpèce d'aperçu ſur cet objet.

Chair de mouton diſtillée au bain-marie.

EAU PREMIÈRE.

	onces	gros	grains
Quatre onces de cette chair ont donné, ...			
de première humidité, ...	2	6	30
mouton ſéché au bain-marie. .	1	1	42
Total.	4		

Extrait de mouton bouilli.

Quatre onces de mouton ont produit.	0	2	58
fibres ſéchées, ...		5	60
eau par le bain-marie.	2	6	30
Total.	3	7	4

	onces	gros	grains
A quoi il faut ajouter un second flegme que le bain-marie n'a pu enlever.			68
Total.	4		

Poids des masses pour une livre.

Une livre de 16 onces contiendra			
en eau	11	7	32
en extrait	1	3	16
fibres séchées.	3	7	24
Total.	16		

Analyse de l'extrait de 4 onces de mouton 2 onces 58 grains.

Sel volatil.	1	
Huile & esprit.	1	
Tête morte.		54
Perte.		4
Total. 2		58

Analyse de 5 gros 60 grains de fibres desséchées.

Sel volatil & huile inséparable. . .	0	3	12
Esprit.			24
Tête morte.		2	
Perte.			24
Total.		5	60

Aliment du feu. On désigne par cette expression tout ce qui est propre à entretenir le feu ; telles sont toutes les matières combustibles, les bois, les huiles, par exemple. On peut dire en général, que toutes les substances qui contiennent du gaz inflammable, ou des matériaux propres à le former, sont en un sens un aliment du feu ; & sous un certain rapport, que le gaz vital, (l'air pur, le gaz oxigène, ces mots sont synonymes), est aliment du feu. On peut consulter les articles feu, combustion, inflammation, incendie, calorique, &c.

ALIQUANTE. Les parties aliquantes d'un tout quelconque sont celles qui ne sont pas contenues un certain nombre de fois, juste dans ce tout. Par exemple, 4 n'étant pas contenu exactement un certain nombre de fois dans 15, est une partie aliquante ; quatre est renfermé dans 15 trois fois avec un reste moindre que quatre. Il en sera de même de 3 par rapport à 7, de 5 relativement à 16, on trouvera 1 pour reste, & ainsi des autres nombres de ce genre.

ALIQUOTE. Ce sont les parties d'un tout qui y sont contenues un certain nombre de fois & sans reste. 4 est une partie aliquote de 16, parce qu'il y a dans 16 quatre fois le nombre quatre sans aucun reste. 7 est partie aliquote de 21 ; 10 est partie aliquote de 30.

[ALISÉ, *vents alisés*, sont certains vents réguliers qui soufflent toujours du même côté sur les mers, ou alternativement d'un certain côté & du côté opposé.

Les Anglois les appellent aussi *vents de commerce* ; parce qu'ils sont extrêmement favorables pour ceux qui font le commerce des Indes.

Ces vents sont de différentes sortes ; quelques-uns soufflent pendant 3 ou 6 mois de l'année du même côté, & pendant un pareil espace de temps du côté opposé : ils sont extrêmement communs dans la mer des Indes, & on les appelle *moussons*. *Voyez* Moussons.

D'autres soufflent constamment du même côté ; tel est ce vent continuel qui règne entre les deux tropiques, & qui souffle tous les jours le long de la mer d'orient en occident.

Ce dernier vent est celui qu'on appelle proprement *vent alisé*. Il règne toute l'année dans la mer Atlantique & dans la mer d'Ethiopie entre les deux tropiques ; mais de telle manière qu'il semble souffler en partie du nord-est dans la mer Atlantique, & en partie du sud-est dans la mer d'Ethiopie.

Aussitôt qu'on a passé les îles Canaries, à-peu-près à la hauteur de 28 degrés de latitude septentrionale, il règne un vent du nord-est qui prend d'autant plus de l'est, qu'on approche davantage des côtes d'Amérique, & les limites de ce vent s'étendent plus loin sur les côtes d'Amérique que sur celles d'Afrique. Ces vents sont sujets à quelques variations suivant la saison, car ils suivent le soleil ; lorsque le soleil se trouve entre l'équateur & le tropique du cancer, le vent de nord-est qui règne dans la patrie septentrionale de la terre, prend davantage de l'est, & le vent de sud-est qui règne dans la mer d'Ethiopie, prend davantage du sud. Au contraire, lorsque le soleil éclaire la partie méridionale de la terre, les vents du nord-est de la mer Atlantique prennent davantage du nord, & ceux du sud-est de la mer d'Ethiopie, prennent davantage de l'est.

Le vent général d'est souffle aussi dans la mer du Sud. Il est vent de nord-est dans la partie septentrionale de cette mer, & de sud-est dans la partie méridionale : ces deux vents s'étendent de chaque côté de l'équateur jusqu'au 28 & 30e degré. Ces vents sont si constans & si forts, que les vaisseaux traversent cette grande mer depuis l'Amérique jusqu'aux îles Philippines, en dix semaines de temps ou environ ; car ils soufflent avec plus de violence que dans la mer du Nord & dans

sellé des Indes. Comme ces vents règnent constamment dans ces parages sans aucune variation & presque sans orages, il y a des marins qui prétendent qu'on pourroit arriver plus tôt aux Indes, en prenant la route du détroit de Magellan par la mer du Sud, qu'en doublant le cap de Bonne-Espérance, pour se rendre à Java, & de-là à la Chine. Musschenb. *Ess. de Phys.*

Ceux qui voudront avoir un plus ample détail sur ces sortes de vents, peuvent consulter ce qu'en ont écrit M. Halley & le voyageur Dampierre. Ils pourront aussi avoir recours au *chapitre sur les vents*, qui se trouve à la fin de *l'essai de physique* de M. Mariotte, *sur la nature de l'air & sur le mouvement des fluides*.

Pour ce qui est des causes physiques de tous ces vents, *voyez l'article* VENT.

Le docteur Lister, dans les *transactions philosophiques*, a sur la cause de ces vents une opinion singulière. Il conjecture que les vents tropiques ou moussons naissent en grande partie de l'haleine ou du souffle qui sort d'une plante marine appelée *sargossa* ou *lenticula marina*, laquelle croît en grande quantité depuis le 36 degré jusqu'au 18 degré de latitude septentrionale, & ailleurs sur les mers les plus profondes: « car, dit-il, la matière du vent » qui vient du souffle d'une seule & même plante, » ne peut être qu'uniforme & constante; au lieu » que la grande variété d'arbres & plantes de terre, » fournit une quantité de vents différens: d'où il » arrive, ajoute-t-il, que les vents en question sont » plus violens vers le midi, le soleil réveillant ou » ranimant pour lors la plante plus que dans une » autre partie du jour naturel, & l'obligeant » de souffler plus fort & plus fréquemment. » Enfin il attribue la direction de ce vent d'orient en occident, au courant général & uniforme de la mer, comme on observe que le courant d'une rivière est toujours accompagné d'un petit vent agréable qui souffle du même côté, à quoi l'on doit ajouter encore, selon lui, que chaque plante peut être regardée comme un héliotrope, qui, en se penchant, suit le mouvement du soleil, & exhale sa vapeur de ce côté-là; de sorte que la direction des vents *alisés* doit être attribuée, en quelque façon, au cours du soleil. Une opinion si chimérique ne mérite pas d'être réfutée. *Voyez* COURANT.

Le docteur Gordon est dans un autre système; & il croit que l'atmosphère qui environne la terre, & qui suit son mouvement diurne, ne la quitte point; ou que si l'on prétend que la partie de l'atmosphère la plus éloignée de la terre ne peut pas la suivre, du moins la partie la plus proche de la terre ne l'abandonne jamais; de sorte que s'il n'y avoit point de changemens dans la pesanteur de l'atmosphère, elle accompagneroit toujours la terre d'occident en orient, par un mouvement toujours uniforme, & entièrement imperceptible à nos sens. Mais comme la portion de l'atmosphère qui se trouve sous la ligne est extrêmement raréfiée, que son ressort est relâché, & que par conséquent sa pesanteur & sa compression sont devenues beaucoup moins considérables que celles des parties de l'atmosphère qui sont voisines des pôles, cette portion est incapable de suivre le mouvement uniforme de la terre vers l'orient, & par conséquent elle doit être poussée du côté de l'occident, & causer le vent continuel qui règne d'orient en occident entre les deux tropiques. *Voyez* sur tout cela l'*article* VENT.

ALKALI. On donne le nom d'alkali à toute substance en qui on remarque une saveur âcre ou caustique & brûlante, une odeur urineuse, qui verdit le sirop de violette, qui rend les huiles miscibles à l'eau, fait effervescence avec les acides, & forme avec eux des sels neutres de différentes espèces; il se fond encore à une chaleur modérée; & mêlée alors avec le quartz & les substances quartzeuses, il forme du verre. Un seul de ces caractères ne suffit pas, leur concours n'est pas nécessaire pour reconnoître un alkali, mais il faut la réunion de plusieurs pour être assuré qu'une substance dont on veut connoître la nature est un vrai ALKALI. *Voyez* ACIDE.

Il y a deux sortes d'ALKALI, l'*alkali fixe* & l'*alkali volatil*: le premier est ainsi nommé parce qu'étant en fusion sur le feu, il y conserve sa fixité, bien loin de se volatiliser, même au foyer d'un verre ardent, d'une loupe ou d'un miroir concave; il n'y exhale pas non plus une odeur caractérisée. Au contraire le second se réduit facilement en vapeurs & donne une odeur très-piquante, qui l'a fait appeler par plusieurs *sel urineux*.

L'*alkali fixe* est regardé par une partie des chimistes comme composé d'acide, de terre & de phlogistique; mais les pneumatistes rejettant le phlogistique comme un être chimérique, sont bien éloignés de croire que telle soit la composition de cet *alkali*. *Voyez* les chimistes modernes.

On divise l'*alkali fixe* en deux espèces, l'*alkali minéral* ou *soude* & l'*alkali végétal* ou *potasse*.

L'alkali minéral est ainsi nommé parce qu'il constitue la base du sel marin qu'on classe dans le règne minéral. On le trouve naturellement en plusieurs endroits, en Égypte, en Syrie, dans la Babilonie, &c. &c. dans la terre ou sur des pierres, & on lui donne alors le nom de *natron* ou alkali terreux; on l'emploie pour faire du savon & du verre. Celui qu'on retire de quelques eaux thermales ou minérales, est appellé *alkali de fontaine*. L'*alkali fixe* des murs ou *mural* se forme sur les murs des maisons.

On retire encore l'*alkali minéral* ou soude des plantes marines par la combustion. Sur les côtes de

Languedoc & de Provence principalement croît en abondance & spontanément une plante nommée *falicor* qu'on laisse sécher après l'avoir coupée, qu'on réunit en divers monceaux qu'on laisse brûler pendant plusieurs jours, & qui donne ensuite, par ce simple procédé, une masse de *sel alkali*, qu'on nomme *pierre de soude*, à cause de sa pesanteur & de sa dureté; en cet état, elle entre ensuite dans le commerce. La soude d'Alicante est d'une qualité supérieure, & se retire de la même manière d'une plante de ce genre, nommée *barille* en Espagne. Lorsque l'alkali minéral est dans un état de pureté il cristallise en octaèdres rhomboïdaux; mais ceux qu'on obtient par les procédés qu'on vient de décrire, ne sont pas purs; ils approchent plutôt de l'état des sels neutres à cause du *gaz acide carbonique* avec lequel ils sont combinés. Pour les débarrasser de ce gaz, on dissout l'alkali dans l'eau, on y fait éteindre de la chaux vive qui s'empare de ce gaz acide carbonique contenu dans l'alkali, & lui donne en échange son calorique. *Voyez* CALORIQUE. Cet alkali ainsi dépouillé de son acide carbonique, ne fait plus effervescence avec les acides, il est alors plus caustique, & se nomme *alkali caustique*. Cet alkali desséché forme la *pierre à cautère* dont la vertu corrosive dépend de l'avidité avec laquelle elle s'empare de l'humidité.

L'*alkali végétal* est retiré par la combustion des substances végétales. On nomme *sel de tartre* celui qu'on obtient du tartre de vin; on appelle *cendres gravelées* celui qu'on retire de la lie du vin qu'on a d'abord desséchée, ensuite brûlée & lessivée; sa couleur est ordinairement verdâtre: l'alkali que l'on extrait de la lessive de bois de différentes espèces, porte assez ordinairement le nom de *salin;* calciné & séparé des substances hétérogènes qui lui donnent une couleur grisâtre ou un peu noirâtre, il est appelé *potasse:* il nous en vient beaucoup d'Allemagne. La propriété qu'a l'alkali de se combiner avec les substances graisseuses & de les rendre ainsi solubles dans l'eau, est cause qu'on emploie les cendres de nos cheminées pour nettoyer le linge. Il est encore en usage dans les verreries & les savonneries.

On donne le nom d'*alkali extemporané* à celui qu'on obtient en faisant fuser le salpêtre sur les charbons; dans cette opération l'acide subit une décomposition & se dissipe ensuite par la volatisation.

Une différence remarquable qu'on observe entre les alkalis fixes minéraux & les alkalis fixes végétaux, c'est que ceux-ci sont déliquescens, se fondent à l'humidité de l'air, ce qu'on nomme proprement *tomber en défaillance*; ceux-là au contraire résistent à l'humidité de l'air, y effleurissent, s'y dessèchent & y perdent leur eau de cristallisation. L'alkali minéral de plus cristallise en octaèdres rhomboïdaux, comme on l'a dit, & est encore plus propre à la vitrification,

Le procédé qu'on emploie pour retirer des plantes l'alkali, est simple. Après avoir fait brûler les plantes en plein air & les avoir réduites en cendres; on lessive celles-ci jusqu'à ce que l'eau qui en sort soit insipide; ensuite on fait évaporer cette eau jusqu'à siccité sur un bain de sable, & ce qui reste au fond de la capsule ou du vaisseau est l'alkali qu'on purifie après par les procédés connus.

L'alkali volatil ou ammoniac de la nouvelle nomenclature, est un sel qui n'est point fixe au feu, mais qui s'y volatilise ainsi que son nom l'indique; il a une odeur très-violente; il est âcre, caustique & brûlant, il fait effervescence avec tous les acides, il change en verd toutes les couleurs bleues & violettes des végétaux, & donne une belle couleur bleue à la solution du cuivre. Quoique plusieurs de ces propriétés conviennent à l'alkali fixe, il en est une sur-tout qui le caractérise, c'est sa volatilité. On trouve, à la vérité, l'alkali volatil dans les trois règnes, dans les règnes minéral, végétal & animal; mais il est à présent très-probable que les pierres & les terres dont on le retire, ne le doivent qu'à des décompositions végétales & animales, ainsi les pétrifications, les tufs, les concrétions tofacées, les ardoises sur lesquelles on voit des empreintes de fougères ou de poissons; les pierres qui sont composées des détrimens des coquilles & de madrepores, &c. Les terres qui sont les produits de la pulvérulence de différentes pierres, & qui contiennent beaucoup de substances végétales décomposées, &c. ces substances minérales fournissent par la distillation de l'alkali volatil.

On trouve encore l'alkali volatil dans plusieurs genres de plantes, principalement dans la famille des plantes crucifères, & en très-grande quantité dans le *cochléaria* & dans le *cresson de fontaine*; c'est ce qui leur a fait donner le nom impropre de plantes animales.

Mais c'est sur-tout le règne animal qu'on doit regarder comme la source de l'alkali volatil On en retire une très-grande quantité de toutes les parties des animaux par le moyen de la distillation: les cornes en donnent abondamment; la putréfaction des matières animales en fournissent beaucoup. Cet alkali volatil ne se trouve pas toujours formé dans les substances d'où on les retire, souvent il est le résultat de la combinaison des principes qui le constituent, combinaison qui est opérée dans la distillation & putréfaction.

L'alkali volatil dont on se sert ordinairement, est un produit de la décomposition du sel ammoniac. On l'obtient en mêlant parties égales de chaux vive en poudre & de sel ammoniac dans une cornue à laquelle on adapte l'appareil de Woulfe; l'alkali, à mesure qu'il se dégage sous forme de gaz, se combine avec l'eau des flacons où il est forcé de passer par des syphons de verre bien luttés à l'orifice de ces vaisseaux. On obtient le gaz alkalin qui se dégage par la décomposition

du sel ammoniac par la chaux vive ; en recevant le produit dans l'appareil au mercure, *voyez* GAZ ALKALIN, *Gaz alkali volatil* & APPAREIL AU MERCURE.

L'alkali volatil fluor, ou combiné avec l'eau, est très-efficace dans les *asphixies* ; il agit alors plutôt comme irritant que comme spécifique. *Voyez* GAZ ACIDE CARBONIQUE

ALKALIN (*Gaz alkalin, Air alkalin.*) *Voyez* GAZ ALKALIN.

ALKOHOL, c'est une substance très-inflammable & très-volatile qu'on retire par la distillation de l'eau-de-vie : on lui donne encore le nom d'*esprit-de-vin.* On retire l'eau-de-vie, par la distillation, du vin même qui est un produit de la fermentation spiritueuse. L'eau-de-vie est un composé d'alkohol, d'eau & d'une petite portion de matière huileuse ; l'alkohol est formé, selon M. Lavoisier, par l'union intime de beaucoupd'hydrogène & de charbonne. Ce savant a obtenu dix-huit onces d'eau en brûlant une livre d'alkohol.

L'alkohol pur est un fluide transparent, très-léger qui pèse six gros quarante-huit grains, dans une bouteille de la capacité d'une once d'eau distillée ; son odeur est pénétrante & suave ; sa saveur est vive & chaude : il est très-volatil, mais moins que l'éther. L'alkohol est le dissolvant des résines & du plus grand nombre de substances aromatiques. Ce liquide est parfaitement dissoluble dans l'eau ; & cette dissolution se fait avec chaleur. L'alkohol n'a point d'action sur les terres pures.

TABLE de la force expansive de l'alkool dans le vide à différentes températures.

DEGRÉS du Thermomètre.	Force expansive éprouvée.
0	0,00
10	0,45
20	1,52
30	3,40
40	6,90
50	12,85
60	23,70
70	39,40
80	63,80
90	98,00

Ces expériences ont été faites par M. de Bettancourt, avec un appareil représenté dans la *figure* 231, & décrit à l'article eau en vapeur, moyen de mesurer sa force expansive.

ALLIAGE *des métaux*, c'est le mélange & la combinaison avec un ou plusieurs autres métaux ou avec des demi-métaux. L'alliage peut être *simple* ou *composé* ; *simple*, si on mêle un métal avec un autre, un métal avec un demi-métal, ou deux demi-métaux ensemble ; *composé*, lorsqu'on mêlera trois ou quatre, ou cinq, &c. métaux ou demi-métaux soit entr'eux, soit les uns avec les autres ; en général, lorsqu'on combinera plus de deux substances métalliques. Sous ce rapport, on voit combien cette partie de la science peut devenir étendue & intéressante, & combien de nouvelles propriétés on découvriroit si on avoit exécuté ce plan ; car, par l'alliage, les matières métalliques perdent certaines propriétés & en acquièrent de nouvelles dont plusieurs peuvent être très-utiles pour les arts. Non-seulement on peut former différens alliages de la manière qu'on vient d'exposer, en mêlant entre elles diverses substances, mais encore en les combinant selon diverses proportions ; ainsi un mélange d'or & d'argent, par exemple, peut être fait par parties égales, une partie d'or & une d'argent ; mais encore 20 parties d'or avec 19 parties d'argent, ou avec 18, 17, 16 & ainsi de suite en diminuant ; ou bien on peut employer 20 parties d'argent & les combiner avec la suite décroissante des nombres 18, 17, 16, 15, &c. ou bien 21 parties d'or avec 19 parties d'argent, & réciproquement ; 22 parties contre 18, 23 avee 17, 24 avec 16, & ainsi proportionnellement pour les autres nombres. On auroit alors de nouveaux résultats ou au moins de nouveaux degrés, de nouvelles nuances des propriétés trouvées par la première méthode.

L'alliage des métaux est très-usité dans les arts ; il y a de l'alliage dans l'or & dans l'argent qu'on emploie dans les monnoies, dans l'orfévrerie afin de donner plus de dureté aux ouvrages de ces sortes de genres ; ces métaux ainsi alliés, acquièrent encore plus de ductilité. Il en est de même des alliages usités dans les autres arts.

L'alliage des métaux en général leur communique les propriétés suivantes ;

1.° La dureté. Si les monnoies d'or, d'argent ou de cuivre ne contenoient pas un peu d'alliage, elles résisteroient moins au frottement, & auroient trop de mollesse. Les vases qui composent les vaisselles d'or ou d'argent, les ouvrages qui sont du ressort de l'orfévrerie, ceux qui sont gravés ou ciselés, ne conserveroient pas long-temps leurs formes & leurs ornemens, si l'alliage ne leur donnoit un certain degré de dureté. Les ouvrages où entrent les autres métaux, & demi-métaux deviennent aussi en général plus durs par l'alliage, plus susceptibles d'être travaillés, & conséquemment on leur donne un plus beau poli. Le cuivre, par

exemple, rend l'or & l'argent plus durs & plus élastiques. Le cuivre jaune allié avec l'étain, avec le zinc, forme un composé plus dur que le fer, & très-élastique.

2.° L'élasticité. L'expérience prouve que l'alliage augmente l'élasticité des métaux. Une sonnette d'argent a bien plus de ressort & donne plus de son, lorsqu'on a fait entrer de l'alliage dans sa composition. Il en est de même des grosses cloches, & en général de tous les instrumens de musique qui sont faits avec des substances métalliques. La dureté de l'alliage donne, augmente le ressort des parties, & rend faciles & plus régulières leurs vibrations, & conséquemment le corps métallique devient plus sonore. (*Voyez* SON). L'étain, par exemple, qui est très-mou & fort peu sonore, mêlé avec le cuivre en proportion convenable, rend ce dernier métal plus dur & plus sonore.

3°. Une plus grande fusibilité. Des métaux mélangés deviennent plus fusibles; l'alliage fait qu'ils fondent à un degré de feu moins grand que celui qu'exige un des deux métaux alliés, & même quelquefois que chacun des métaux simples, ce qui est un grand avantage. Une des preuves les plus convaincantes qu'on puisse apporter de cette vérité est l'expérience suivante qu'on doit à M. Darce. Si on fait un mélange de huit parties de Bismuth, de cinq parties de plomb & de trois parties d'étain, & qu'on plonge cet alliage non-seulement dans l'eau bouillante, mais même au bain-marie, on le voit se fondre & devenir coulant comme du mercure.

Le zinc, par exemple, qui s'allie avec toutes les matières métalliques, excepté le bismuth, rend plus fusibles toutes celles qui éprouvent plus de difficultés à se fondre que lui. Le bismuth qui s'unit avec tous les métaux & demi-métaux, excepté avec le zinc & l'arsenic, facilite également la fusion des substances métalliques auxquelles on l'allie. Une plus grande dureté n'est donc pas incompatible avec une plus grande fusibilité. *Voyez* SOUDURE.

4°. Une ductilité moins grande. Par l'alliage, les métaux sont rendus plus durs & plus sonores; ils sont donc moins mous & conséquemment moins ductiles: aussi dans l'art du tireur & du batteur d'or, choisi-t-on l'or & l'argent les plus purs, où il y ait le moins d'alliage ou de parties hétérogènes possibles, afin que la ductilité soit la plus grande.

Il y a cependant des exceptions à cette règle; car si on allie de la calamine avec le cuivre rouge, on a un métal mixte qu'on nomme cuivre jaune & qui est plus ductile que le cuivre rouge. Il y en a qui prétendent qu'un peu d'alliage rend l'or & l'argent plus ductiles, mais qu'il les rend moins ductiles si on n'observe les plus grands ménagemens.

5°. Une pesanteur spécifique plus ou moins grande. La pénétration réciproque des parties étant plus ou moins grande, la combinaison mutuelle étant plus ou moins grande; les affinités, les attractions, les points de contact étant divers selon les circonstances. Les exemples suivans démontrent cette vérité.

Le cuivre allié à l'étain a la pesanteur spécifique plus grande que celle qui devroit résulter de leurs pesanteurs particulières: il en est de même de l'alliage de l'argent, du cuivre & de l'étain; de celui de l'or, de l'argent & du plomb; de celui de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb & du zinc; de celui de l'or, de l'argent, du plomb, du régule d'antimoine & du bismuth.

L'alliage de l'or & de l'étain a une pesanteur spécifique moindre que la proportion du mélange ne sembleroit l'annoncer. On doit en dire autant de celui du fer avec le bismuth; de celui du cuivre ou de l'étain avec le plomb; de celui du zinc & de l'étain, du fer & du régule d'antimoine.

Mais il arrive aussi que dans plusieurs circonstances les métaux alliés ensemble ont une pesanteur spécifique moyenne entre elles des pesanteurs spécifiques particulières: tel est, par exemple, l'alliage du cuivre & du bismuth. *Voyez* PESANTEUR SPÉCIFIQUE & HYDROSTATIQUE.

Afin qu'on aie des notions plus précises des pesanteurs spécifiques, nous allons donner quelques résultats particuliers sur cet objet. Il sera auparavant à propos de jeter un coup-d'œil sur l'article COHÉRENCE, dans lequel on trouvera une table sur la pesanteur spécifique des métaux & demi-métaux; celle qui suit en est une suite: nous l'avons formée d'après quelques autres de Muschembroec, pour faire connoître la pesanteur spécifique de quelques alliages. On verra que les pesanteurs spécifiques des mixtes sont bien éloignées d'être ce que la proportion des mélanges sembleroit exiger.

CUIVRE de Suède.	OR.	GRAVITÉS SPÉCIFIQUES.
1 partie	1 partie	11,48077
1	2	13,920
1	3	13,950
1	4	14,2857
1	5	15,84615
1	10	17,01754
1	20	18,760

CUIVRE du Japon.	ARGENT.	GRAVITÉS SPÉCIFIQUES.
1	1	9,2000
1	$1\frac{1}{2}$	9,5652
1	2	9,4305
1	$2\frac{1}{2}$	9,6716
1	3	9,8281
1	4	10,0000
1	5	9,9538
1	10	9,8605

ARGENT

Argent.	Zinc.	Gravités spécifiques.
1	1	8,8000
5	1	9,6666
10	1	9,8780

Argent.	Bismuth.	Gravités spécifiques.
1	1	10,7097
5	1	10,5200

Argent.	Plomb.	Gravités spécifiques.
1	1	10,4801
2	1	11,032
3	1	10,8317
10	1	10,4333

Étain de Banca.	Antimoine.	Gravités spécifiq.
1	1	7,0606
2	1	7,1057
3	1	7,5346
10	1	7,3592

ALMICANTARATHS ou ALMUCANTARATHS, ou *cercles de hauteur* : ce sont de petits cercles parallèles à l'horison; c'est-à-dire, dont tous les points sont à la même hauteur au-dessus de l'horison. Si, lorsqu'un astre a atteint une hauteur quelconque, par exemple, 45 degrés, on conçoit un cercle dont tous les points de la circonférence sont éloignés de 45 degrés de l'horison, ce cercle parallèle de hauteur sera l'ALMICANTARATH de cet astre; à 10, 25, 52, &c. degrés de hauteur de l'astre on aura d'autres ALMICANTARATHS.

Les Almicantaraths des peuples qui ont la sphère droite, sont perpendiculaires à l'équateur; ils sont parallèles à l'équateur pour les habitans de la sphère parallèle; & enfin ils lui sont inclinés dans la sphère oblique.

L'ALTÉRATION, *en physique*, est un changement accidentel & partial d'un corps, qui ne va pas jusqu'à rendre le corps entièrement méconnoissable, ou à lui faire prendre une nouvelle dénomination; ou bien c'est l'acquisition ou la perte de certaines qualités qui ne sont pas essentielles à la nature d'un corps.

Ainsi on dit qu'un morceau de fer, qui auparavant étoit froid, est *altéré* lorsqu'il est échauffé, parce qu'on peut toujours voir que c'est du fer; qu'il porte toujours le nom de *fer*, & qu'il en a toutes les propriétés.

C'est par-là que l'*altération* est distinguée de la *génération* & de la *corruption*, ces termes marquant l'acquisition ou la perte des qualités essentielles d'un corps.

Quelques philosophes modernes prétendent, d'après les anciens chimistes & les corpusculaires, que toute *altération* est produite par un mouvement local; & selon eux, elle consiste toujours dans l'émission, ou l'accélération, ou l'union, ou la séparation, ou la transposition des particules qu composent un corps.

Aristote établit une espèce particulière de mouvement, qu'il appelle *mouvement d'altération*. *Voyez* MOUVEMENT, *&c.*

ALTERNES. (*Angles*) *Voyez* ANGLES *alternes*.

AMALGAME; c'est un alliage du mercure avec des matières métalliques; car le mercure ne peut s'amalgamer avec les terres, même avec les terres métalliques. Le mercure s'allie très-bien avec l'or avec lequel il a une affinité plus grande qu'avec les autres métaux; il ne paroît cependant en avoir aucune avec le fer. Il s'amalgame aussi avec les demi-métaux, excepté avec le cobalt. L'ordre d'affinité des métaux & demi-métaux avec le mercure, est celui-ci: l'or, l'argent, le bismuth, le zinc, l'étain, le plomb, le cuivre & le régule d'antimoine.

Le mercure étant ordinairement fluide, excepté dans les grands degrés de froid, il doit être regardé comme un dissolvant de la plupart des substances métalliques: il peut les dissoudre à froid ou à chaud.

La chaleur aide beaucoup son amalgamation avec quelques substances métalliques qu'il dissout difficilement, telles que le cuivre & l'antimoine, mais il ne faut pas verser le mercure sur du métal en fusion, à cause du danger des explosions.

Lorsque le mercure en petite quantité s'amalgame aux métaux, il les réduit en poudre; mais si la quantité de mercure augmente, ils deviennent comme une pâte molle: l'expérience est très-facile à faire en mêlant ensemble du mercure avec l'étain, cet amalgame en hiver peut être plus mol que la cire ne l'est en été. On sait que l'étamage des glaces de miroir n'est autre chose que des feuilles d'étain laminé, amalgamé avec du mercure.

L'affinité de l'or avec le mercure est si grande, qu'il suffit que l'un de ces métaux touche l'autre, même le plus légèrement, pour que l'or blanchisse à l'instant, c'est-à-dire, s'amalgame avec lui; l'argent perd de même aussitôt son éclat. Le mercure à cause de sa fluidité; & l'or & l'argent, ainsi que les autres métaux, par rapport à leur porosité, s'amalgament entr'eux, & s'amalgament d'autant mieux, que leur affinité est plus grande.

Amalgamer, c'est donc mêler du mercure avec du métal ou demi-métal. Les doreurs, lorsqu'ils

veulent dorer une pièce en *or moulu*, étendent sur elle un amalgame d'or & de mercure fait à chaud, la mettent sur le feu. La chaleur fait évaporer le mercure de l'amalgame, qui se volatilise facilement; & dilatant les pores de la pièce métallique qu'on se propose de dorer, permet à l'or de l'amalgame de s'y insinuer & d'adhérer ensuite fortement avec toutes les parties qui seront en contact Cette adhérence & ce contact augmenteront ensuite avec le refroidissement, d'oú résultera la fixité constante des parties d'or.

C'est en amalgamant un métal avec le mercure, qu'on vient à bout de le réduire en une poudre si fusible, qu'on peut le regarder comme impalpable. il suffit de mettre l'amalgame du métal avec le mercure, par exemple, de l'or avec le mercure, dans un creuset sur le feu; après que le mercure se sera volatilisé & évaporé, on trouvera, au fond du creuset, l'or ou un autre métal réduit en petite poudre, dont les molécules seront d'une tenuité à laquelle on ne pourroit atteindre par des procédés mécaniques.

Amalgame électrique. C'est un alliage de mercure & d'étain qu'on met sur les coussins d'une machine électrique, pour donner plus de force & d'activité au fluide électrique, en ôtant les obstacles qui peuvent diminuer son énergie. On fait cet amalgame à froid, en prenant de l'étain en grenaille, le plus pur, qu'on triturera avec du mercure également bien pur, par le moyen d'un pilon de verre dans un vase de même matière ou de fayence. On y versera successivement du mercure, jusqu'à ce que cet alliage ait la consistance de beurre.

On peut encore composer cet amalgame à chaud en faisant fondre dans une cuiller de fer bien propre, de l'étain bien pur, & en y mêlant, après l'avoir retiré du feu, une égale quantité de mercure très-pur. On y ajoute un sixième de craie pulvérisée & fort sèche, après quoi on triture le tout dans un mortier de verre, jusqu'à ce que les différentes matières soient bien mélangées. Comme la craie absorbe & retient l'humidité, plusieurs physiciens substituent de la céruse à la craie. D'autres composent leur amalgame avec une partie de zinc & cinq parties de mercure, de manière qu'on peut employer quatre espèces d'amalgame, 1°. du mercure avec de l'étain; 2°. du mercure, de l'étain & de la craie; 3°. du mercure, de l'étain & de la céruse; 4°. du mercure avec du zinc, lequel mérite la préférence sur les précédens: on le compose en mêlant cinq parties de mercure avec une de zinc, en lui donnant, au moyen d'une fusion ou d'une trituration, une consistance d'onguent: on en fait ensuite une poudre, en y joignant une portion donnée de craie ou de blanc d'Espagne, bien passé & bien sec; le zinc paroît contribuer beaucoup à l'activité de cet amalgame, ainsi que l'ont éprouvé les Anglais depuis M. Bryans Higgins.

Ces différentes sortes d'amalgame doivent être renfermées avec soin dans un flacon bien bouché; & lorsqu'on désirera s'en servir, on frottera légèrement, pour la première fois, les coussins avec du suif; ensuite on répandra de l'amalgame qu'on étendra sur toute la surface; & pour mieux réussir, on frottera l'un sur l'autre deux coussins. On changera de temps en temps l'amalgame, en ôtant l'ancienne couche & en saupoudrant la superficie des coussins d'une nouvelle quantité d'amalgame. On ne renouvellera la couche de suif que lorsqu'on s'apercevra que l'amalgame ne peut pas adhérer à la peau des coussins. Il y en a qui préférent la graisse de porc fondue, ou l'huile d'olive au suif. On doit avoir soin d'ôter avec un couteau, & ensuite avec un drap la matière grasse noirâtre qui s'amasse sur l'amalgame, car elle diminue beaucoup l'excitation de la matière électrique.

L'amalgame de M. Kienmayer consiste en deux parties de mercure, jointes à une partie de zinc purifié, & une autre partie d'étain sans aucun mélange de craie ou de blanc d'Espagne. Voici la manière de le préparer. On fait d'abord fondre dans un récipient de fer, parties égales d'étain pur & de zinc purifié, par exemple, une once de chacun; ensuite, quand elles sont fondues, on y ajoute deux onces de mercure, qu'on mêle avec une spatule de fer. On broie tout de suite le mélange, en le réduisant en poudre très-fine. Lorsqu'on veut s'en servir, on la délaie, avant de la mettre sur les coussins, avec un peu de graisse de porc qui ait bouilli auparavant, après quoi on l'étend légèrement & avec précaution sur le coussin.

Cette amalgame n'a pas, comme les autres amalgames avec le mercure, l'inconvénient de laisser ce métal se séparer des autres substances auxquelles il est uni, en tombant par petites globules sur la machine, ou en s'attachant au verre, & d'affoiblir l'électricité, si l'on tient long-temps la machine en action.

L'amalgame de M. Kienmayer mérite donc encore la préférence sur les autres espèces d'amalgame au mercure, non-seulement parce que la manière de le préparer est plus propre à unir d'une façon plus intime, le mercure aux deux autres substances métalliques, qui s'en sépare bien moins facilement, & parce que cette poudre étant un peu rude, elle produit un frottement plus propre à exciter l'électricité; car toutes choses étant égales, l'usage seul de son amalgame augmente de deux cinquièmes la force électrique des machines, laquelle ne paroît pas diminuée pendant un certain temps, comme dans l'usage des autres amalgames.

Voici la manière de la préparer en grand, par exemple, cinq à six livres; on purifie le zinc selon la méthode de M. Cramer, indiquée par Macquer

dans son dictionnaire de chimie, sous l'article de *zinc*. On prend partie égale d'étain pur; on les fond ensemble sur le feu, jusqu'à ce qu'ils soient bien unis; on les ôte du feu, & avant qu'ils ne soient refroidis, on les mêle avec du mercure d'un poids égal au poids réuni de ces deux métaux qu'on a déja préparés dans une boîte de bois à couvercle, bouchée en outre au milieu d'un bouchon, & enduite intérieurement de cuivre. On agite cette masse, en roulant la boîte à terre pour la faire bien mêler, & avant qu'elle ne soit entièrement refroidie, on ôte le couvercle, & on verse cette amalgame, qui est dure & de couleur d'argent, sur une table de marbre, & dans des mortiers de verre ou de pierre; on la réduit en poudre très-fine, & l'amalgame est faite. Si on différoit trop long-temps à la triturer, la masse deviendroit trop dure, & demanderoit trop de peine; en la triturant long-temps & à plusieurs reprises, l'amalgame qui étoit blanche, devient au commencement grise, & enfin tout-à-fait noire. Il faut même triturer assez long-temps, jusqu'à ce qn'il soit très-fin.

Si on se contente d'en faire quelques onces, on peut, après avoir purifié le zinc, prendre deux onces de zinc, deux onces d'étain, les faire fondre dans une cuiller de fer, y ajouter après quatre onces de mercure, mêler cette substance avec une spatule de fer, & puis le triturer.

M. Kienmayer se sert de cette amalgame, ou en poudre, ou mêlée avec de la graisse de cochon, avant que de la mettre sur les coussins. De la première manière, après avoir bien nettoyé les coussins, on y passe légèrement une chandelle de suif, & on y met ensuite un peu de cette amalgame qu'on étend, en y passanr une lame de couteau, aussi également que possible. Dans la seconde manière où l'amalgame est déja mêlée de graisse de cochon, on l'étend simplement sur le coussin, en observant de le nettoyer exactement. Cette manière, selon M. Kienmayer, paroît mériter la préférence. Dans les deux façons, la couche d'amalgame ne doit pas être trop épaisse.

On se sert encore, à la place d'amalgame, de l'*aurum musivum*, ou *or musif*, *or de mosaïque*. Voyez *aurum musivum*. Cette amalgame est très-bonne & sur-tout fort commode, pour rendre facilement de l'énergie à une machine électrique dans les temps les moins favorables à l'électrisation. Plusieurs physiciens, avant d'en frotter la surface des coussins, y passoient une légère couche de suif. Mais depuis peu on a proscrit l'usage des matières grasses, telles que le suif & l'huile, même celle des huiles essentielles, pour faire adhérer l'*aurum musivum* sur la surface des coussins, parce que la force de l'électricité diminue bientôt, & qu'on est obligé de renouveler très-souvent, dans un petit espace de temps, la couche d'*aurum musivum*. L'énergie de l'électricité n'est plus grande, aussitôt après qu'on a mis une nouvelle couche de cette amalgame, qu'à cause du frottement direct de la glace sur cet *aurum musivum*. Mais peu après la matière de cette composition venant ensuite à s'éparpiller par le mouvement de rotation, laisse le suif ou l'huile à nu sur les coussins, lesquels perdent alors, par cette matière grasse & onctueuse, la faculté de produire une irritation, un frottement suffisant sur la glace pour exciter le fluide électrique.

Le moyen de remédier à cet inconvénient est de broyer l'*aurum musivum* dans très-peu d'empois, d'en couvrir la surface des coussinets avec un pinceau propre & flexible, & d'attendre, pour en faire usage, qu'ils soient bien secs.

AMBIANT. Ce mot vient du mot latin *ambiens*, *circùm ambiens*, & signifie la même chose qu'environnant. L'*air ambiant* est cette partie de l'atmosphère qui nous environne; les *corps ambians* sont ceux qui sont autour de nous, ou autour d'un corps quelconque, qu'on considère principalement. Ce mot n'est guère consacré que dans ces deux expressions.

AMBRE JAUNE. KARABE, SUCCIN, sont trois synonymes qui désignent la même substance; en latin on nomme *electrum* l'AMBRE JAUNE; c'est de-là qu'on a formé le nom d'*électricité*. Cette substance participe de la nature des bitumes; elle est d'une couleur jaune ou citrine, du moins ordinairement; elle est un peu dure, mais cassante & friable; elle a assez de transparence pour laisser voir distinctement quelques matières végétales, les fourmis, les moucherons, les araignées, les grenouilles & autres animaux que plusieurs morceaux renferment, ainsi qu'on le voit dans les cabinets des naturalistes. On rencontre quelquefois des morceaux qui sont opaques.

L'ambre jaune brûle & s'enflamme comme les substances bitumineuses, & répand alors une odeur propre aux matières de ce genre. Il ne se dissout dans l'esprit-de-vin ou dans les huiles que fort difficilement & très-incomplétement, à moins que dans ce dernier cas il n'ait été torréfié.

C'est sur les côtes de la mer Baltique & dans la Prusse, qu'on recueille plus ordinairement de l'ambre jaune. On en trouve encore dans la terre en Poméranie, en Suède, en Dannemarck, en Allemagne & même en Provence, &c. mais ils sont tous inférieurs en beauté à celui de Prusse.

On a beaucoup disputé sur l'origine de l'ambre jaune, c'est-à-dire, à-peu-près qu'on ne la connoît pas. Plusieurs out cru qu'il venoit par exudation d'une sorte de peuplier ou de quelques espèces de sapins; quelques-uns que c'étoit un bitume qui couloit dans la mer, s'y durcissoit & étoit

ensuite rejeté par les flots ; et qu'il pouvoit aussi y en avoir de fossiles dans les terres. D'autres qui lui ont donné une origine animale, ont imaginé diverses absurdités. Ce qu'il y a de plus nouveau et de plus probable, est l'opinion de deux naturalistes, MM. Fischer & Girtanner. Selon eux, le succin est un produit animal, une espèce de miel ou de cire, formée par les grandes fourmis, (*formica rufa*. LINN.) Ces fourmis habitent les anciennes forêts de sapins, où quelquefois elles forment des fourmillières qui ont jusqu'à six pieds de diamêtre, & c'est ordinairement dans ces anciennes forêts, selon les observations de M. Girtanner, ou dans des lieux où il y en avoit autrefois, que se trouve le succin fossile. Quoique ce succin fossile ne soit pas dur comme celui qu'on pêche dans la mer, en Prusse principalement, et qu'il n'ait que la consistance du miel ou de la cire à moitié fondue, il est néanmoins jaunâtre comme le succin ordinaire, & donne les mêmes produits par l'analyse chimique, suivant les expériences de M. Stockar de Neuforn. Il se durcit aussi de même que le succin ordinaire, quand on le laisse pendant quelque temps dans une dissolution de sel commun ; ce qui explique comment les insectes qu'il renferme ont pu y être enveloppés. Parmi ces insectes, les fourmis font toujours la plus grande partie ; observation souvent répétée, qui confirme cette opinion sur la nature du succin, qui n'est qu'une huile végétale rendue concrète par l'acide des fourmis, tout comme la cire n'est qu'une huile rendue concrète par l'acide des abeilles. Vérité qui paroît prouvée depuis que M. de la Metherie est parvenu a faire de la cire artificielle en traitant l'huile d'olive avec l'acide nitreux.

Quoi qu'il en soit de l'origine de l'ambre jaune, nous nous bornerons à dire que cette substance a une vertu électrique ; qu'étant frottée on remarque en elle une propriété attractive. Thalès de Milet, fondateur de la secte ionique, s'en apperçut 600 ans avant l'ère chrétienne, & observa que l'ambre jaune ainsi frotté, attiroit des fétus de paille & d'autres corps légers. Ce phénomène l'embarrassa tellement, qu'il crut que cette substance étoit animée. Le soufre & tous les bitumes produisent le même effet, & dans les mêmes circonstances, mais dans un moindre degré. *Voyez* ÉLECTRICITÉ, ATTRACTION ÉLECTRIQUE.

Nous ne parlerons point ici de l'*ambre gris*, substance d'une couleur grise, que plusieurs croient de nature bitumineuse, d'autres d'excrément de quelque baleine, &c. Les parfumeurs en font grand usage à cause de son odeur.

AMERTUME. Espèce de saveur ou de sensation opposée à *douceur*. On croit qu'elle vient de ce que toutes les particules d'un corps *amer* sont émoussées & diminuées au point qu'il n'en reste pas une qui soit longue & roide, ce que l'expérience paroît confirmer. En effet, les alimens étant brûlés ou cuits, & leurs particules diminuées & brisées par le feu, deviennent amer : mais cette hypothèse ou explication, comme on voudra l'appeler, est purement conjecturale.

AMÉTHYSTE. Pierre précieuse, de couleur violette, mais qui a peu de dureté, & se fond assez aisément au feu où elle perd sa couleur. La dernière des couleurs prismatiques, le violet du spectre solaire dans l'expérience de Newton, est la couleur qui a le plus de rapport avec l'améthyste la plus belle ; car, parmi les pierres de ce nom, il y a beaucoup de variétés dans les teintes.

La pesanteur spécifique de l'améthyste est à celle de l'eau distillée comme 26535 est à 10000. Un pouce cube de cette pierre pèse donc 1 once 5 gros 54 ½ grains, & un pied cube 185 livres, 11 onces 7 gros 26 grains. M. Brisson ayant aussi pesé hydrostatiquement une améthyste blanche, a trouvé que sa pesanteur étoit à celle de l'eau comme 26513 est à 10000. Cette différence vient probablement, (ainsi qu'on l'observe dans les autres pierres précieuses blanches de même espèce) du défaut de substances métalliques, qui sont le principe des couleurs.

AMIANTE. L'amiante doit être nécessairement rangée parmi les pierres ; elle est composée de filets plus ou moins longs & déliés, plus ou moins adhérens entr'eux, & réunis en faisceaux, fixés sur des rochers dont on les détache avec une sorte de peine. La couleur de l'amiante varie beaucoup ; il y en a d'un blanc gris, d'autres d'un gris jaunâtre ; on en trouve encore d'un très-beau blanc, qui a un coup-d'œil soyeux, & dont les filets ont six ou huit pouces de longueur, tandis que les autres n'ont que un, deux, ou trois pouces ordinairement. On en trouve en Corse, en France, sur-tout dans les Pyrenées, en Sybérie, en Allemagne, &c.

L'amiante résiste à un feu ordinaire ; mais exposée à un feu violent, elle se vitrifie. Les acides n'ont aucune action sur cette pierre.

Les filets dont l'amiante est composée, pouvant aisément se séparer les uns des autres, & leur longueur & leur flexibilité se prêtant à prendre la forme d'un tissu, les anciens ont fait des toiles d'amiante. Pline assure (Hist. Nat. T. XIX, Cap. I.) avoir vu dans des festins des nappes de lin vif, c'est-à-dire d'amiante, qu'on jetoit au feu après les repas pour les blanchir ou nettoyer, la flamme consumant toutes les matières étrangères qui pouvoient adhérer à leur surface. On brûloit de même dans des toiles tissues d'amiante les corps des rois, afin que leurs cendres n'étant point confondues avec celles des bûchers, pussent être renfermées dans des urnes. Pline dit encore que l'amiante étoit rousse, composée de filets très-courts ;

qu'on la travailloit difficilement, & qu'elle étoit aussi chère que les plus belles perles. On lui donnoit le nom de lin incombustible.

L'art de filer l'amiante est presque perdu. On a fait des efforts pour le retrouver. Les habitans de quelques vallées des Pyrenées, où on trouve beaucoup d'amiante, en font des bourses & des jaretières qu'ils vendent aux curieux; j'en ai dans mon cabinet d'histoire naturelle, qui sont véritablement incombustibles, mais qui sont bien grossièrement travaillées.

Ciampini dit dans son traité de la manière de filer l'amiante, qu'il faut d'abord la faire tremper dans l'eau chaude pour en séparer, par le broiement, les parties terreuses & les filamens les plus courts. Ensuite on carde un peu l'amiante; on l'unit avec du coton ou de la laine filée, pour en faire une toile composée. Après cette dernière opération, on jette la toile au feu, qui consumant le coton & la laine, ne laisse plus qu'un tissu d'amiante. Il y en a qui recommandent de faire tremper l'amiante dans l'huile bouillante, pour l'amollir & en rendre les filamens plus flexibles: mais cette précaution paroît inutile pour l'amiante blanche & soyeuse. Dans mes collections d'histoire naturelle, j'en possède de semblables, qui est d'une très-grande flexibilité.

On a fait du papier incombustible avec l'amiante; on y emploie les brins les plus petits & les plus fins qui ne peuvent être filés. On sent combien il seroit avantageux de pouvoir rendre cette fabrique assez générale pour conserver des titres précieux malgré les incendies; mais il faudroit aussi trouver une encre indestructible. Le Père Kirker parle dans son *mundus subterraneus*, Liv. 8, d'un papier d'amiante qu'il jettoit au feu pour en effacer l'écriture, & sur lequel il écrivoit ensuite de nouveau.

Personne n'ignore que les lampes perpétuelles sont une fable. On citoit en leur faveur le témoignage de quelques personnes qui avoient vu, en ouvrant des tombeaux, des lampes allumées. Si cette observation est réelle, on doit attribuer l'effet à quelque gaz ou matière phosphorescente qui se sera enflammée à l'air. *Voyez* LAMPES PERPÉTUELLES, PHOSPHORE, GAZ, &c.

Si on étoit en peine d'assigner une huile perpétuelle, on ne l'étoit pas pour la mèche; car on a prétendu que l'amiante étoit une mèche perpétuelle & absolument indestructible; mais ce fait est faux. Il est bien vrai que si on met dans la flamme d'une bougie ou sur un charbon ardent un filament d'amiante, on le verra rougir entièrement, & revenir dans son premier état un instant après qu'on l'en aura retiré. Cependant si on réitère plusieurs fois cette opération, ou si l'on se sert pendant quelque temps d'un petit faisceau d'amiante dans une lampe à huile, on observera que les filamens auront diminué, parce que de temps en temps des brins éclatent & s'échappent du corps des filamens d'amiante. A cet égard, les mèches d'argent qu'on emploie dans les lampes à esprit-de-vin sont beaucoup préférables & mériteroient bien plutôt le nom de mèches perpétuelles.

L'asbeste est un genre de pierre voisin de l'amiante. Ses filets ont plus de cohérence, plus de dureté & de rigidité que ceux de l'amiante, ils ne sont même point flexibles, & ne peuvent être aucunement travaillés. Par cet exposé, on voit quelle est l'erreur dans laquelle est tombé l'auteur d'un dictionnaire de physique, article AMIANTE: le voici en son entier. « C'est une pierre filamenteuse, c'est-à-dire, une pierre composée de fils » serrés les uns contre les autres. On détache » adroitement ces fils pour les mettre au rouet, » & on en fait l'*asbeste*, qui n'est autre chose » qu'une toile qui non-seulement résiste au feu, » mais qui encore se purifie & se blanchit dans » cet élément. » L'*asbeste* n'est pas la toile faite avec l'*amiante*; c'est un genre de pierre aussi distinct que l'est l'amiante. Selon quelques auteurs, l'amiante & l'asbeste sont des sortes de pierres contenues dans le même genre.

AMONTONS. M. Amontons a été un des plus ingénieux physiciens du siècle dernier. Devenu sourd à la suite d'une maladie dans sa première jeunesse, il se séquestra du commerce des hommes & se tourna du côté des machines. Le desir de trouver le mouvement perpétuel lui fit apprendre la géométrie. Il s'appliqua ensuite au dessin, à l'arpentage, à l'architecture, & fut employé dans plusieurs ouvrages publics; mais bientôt après il s'éleva plus haut & se tourna vers la physique, principalement vers cette partie qui traite des baromètres, des thermomètres & des hygromètres. M. Amontons les étudia avec beaucoup de soin, & en 1687, n'ayant encore que 24 ans, il présenta à l'académie des sciences un nouvel hygromètre, qui en fut approuvé.

Peut-être ne prendra-t-on, dit M. de Fontenelle, que pour un jeu d'esprit, un moyen ingénieux qu'il inventa, de faire savoir tout ce qu'on voudroit à une très-grande distance, par exemple, de Paris à Rome, en très-peu de temps, comme en trois ou quatre heures, sans que la nouvelle fût sue dans tout l'espace intermédiaire. Le secret consistoit à disposer dans plusieurs postes consécutifs, des gens qui par des lunettes à longue vue, ayant aperçu certains signaux du poste précédent, les transmissent au suivant, & toujours ainsi de suite.

En 1695 notre physicien donna le seul livre imprimé qui ait paru de lui: *Remarques & expé-*

riences physiques sur la construction d'une nouvelle clepsidre, sur les baromètres, thermomètres & hygromètres. Sa clepsidre étant construite de telle manière que le mouvement le plus violent d'un vaisseau ne pouvoit la déranger, devoit servir sur mer.

Il fut reçu à l'académie des sciences en 1699, & donna aussitôt sa théorie des frottemens, qui a tant éclairci cette matière si importante & si obscure. On peut voir à l'article BAROMÈTRE, & au mot THERMOMÈTRE, les nouveaux instrumens de ce genre qu'il a imaginés. Ses expériences sur l'élasticité de l'air sont connues, & nous en avons parlé dans plusieurs endroits de cet ouvrage.

M. Amontons avoit un talent singulier pour les expériences de physique, des idées fines & heureuses, beaucoup de ressources pour lever les inconvéniens, une grande dextérité pour l'exécution. On croyoit voir en lui M. Mariotte, si célèbre par les mêmes talens. Il méditoit plusieurs inventions utiles, lorsque la mort l'enleva aux sciences, le 11 octobre 1705, âgé de 42 ans environ, étant né en 1665.

AMPHISCIENS. Les géographes qui ont divisé les habitans de la terre sous différens rapports, ont imaginé de les distribuer encore en ayant recours à la marche de la projection de leur ombre. Les peuples qui sont compris entre les deux tropiques, & conséquemment dans toute l'étendue de la zone torride, ont à midi leur ombre dirigée tantôt vers le sud, tantôt vers le nord, selon la saison, & c'est pour cette raison qu'on les nomme AMPHISCIENS. Supposons un peuple qui soit entre l'équateur & le tropique du cancer, il est évident que tandis que le soleil sera dans l'émisphère méridional, & dans la partie du globe qui est entre l'équateur & le zenith de ce peuple, l'ombre des corps sera tournée à midi vers le septentrion; lorsque le soleil passera par le zénith, il n'y aura point d'ombre, & les habitans seront nommés ASCIENS. Mais le soleil étant entre le zénith & le tropique du cancer, l'ombre des corps sera projetée à midi vers le sud. L'astre du jour, après avoir parcouru deux fois les cercles parallèles, compris entre le tropique du cancer & le zénith, passera de nouveau par le zénith, s'approchera ensuite vers l'équateur & vers le tropique du capricorne, & alors l'ombre sera de nouveau dirigée vers le septentrion, & ainsi alternativement dans différens temps de l'année. On a appelé AMPHISCIENS les peuples compris entre les deux tropiques, parce qu'ils sont *binombres*; à midi ils ont deux ombres, tantôt vers le midi dans un temps de l'année, & tantôt vers le nord dans un autre temps. Selon d'autres, ce nom signifie *ombre autour*, à cause que dans tout le cours de l'année, leur ombre tourne autour d'eux. Ce n'est pas l'ombre méridienne ni l'ombre projetée pendant un jour qui tourne autour d'eux, mais l'ombre prise durant l'année entière, & à toutes les heures, qui est censée faire cette espèce de tour. *Voyez* HÉTEROSCIENS, PERISCIENS, ASCIENS.

Les habitans qui sont directement à un des tropiques, c'est-à-dire, à 23 ½ degrés de chaque côté de l'équateur, sont nommés ASCIENS HETEROSCIENS (*voyez ce mot*), parce que leur ombre méridienne est toute l'année tournée du même côté, vers le nord ou vers le sud, & qu'une fois l'année ils sont, à midi, sans ombre, lorsque le soleil est au tropique sous lequel ils sont fixés, c'est-à-dire, à leur zénith; tandis que les *amphisciens*, dont nous venons de parler, ont le soleil à leur zénith deux fois dans l'année.

Les peuples qui sont entre l'équateur & le tropique du capricorne, étant encore *amphisciens*, doivent avoir à midi leur ombre tournée tantôt vers le nord, tantôt vers le sud, mais d'une manière opposée à celle des premiers amphisciens que nous avons cités en exemple, à cause de la marche opposée du soleil qui, dans certain temps de l'année, est d'un côté ou de l'autre de leur zénith.

AMPLIFICATION. C'est la propriété qu'ont les lunettes & les télescopes, de grossir les objets, d'où résulte la diminution apparente de leur distance. Rien n'est plus aisé que de connoître l'augmentation du diamètre d'un objet vu dans une lunette à deux verres convexes, comme dans les lunettes astronomiques: c'est-à-dire, l'amplification linéaire, car elle est égale au nombre de fois que la longueur du foyer de l'oculaire est contenue dans celle du foyer de l'objectif. Si, par exemple, le foyer de l'oculaire d'une lunette est 1 ½ pouce, & le foyer de l'objectif 15 pieds: tout étant réduit en lignes, on aura 18 lignes & 2160 lignes; ce dernier nombre étant divisé par le premier, le quotient 120 désignera que la force d'amplification de la lunette sera de 120, & conséquemment, que l'objet vu au travers de cette lunette, sera amplifié ou grossi 120 fois. Si, dans l'exemple proposé, il n'y avoit pas eu un demi-pouce ou six lignes, on n'auroit réduit qu'en pouces seulement, les longueurs des foyers. Les lunettes astronomiques ordinaires ne grossissent que 100 ou 150 fois au plus.

La règle est la même pour trouver le grossissement d'un objet vu à travers le télescope Newtonien; on divise le foyer du grand miroir par le foyer de l'oculaire, & on en prend également le quotient qui marque l'amplification.

Quant au télescope Grégorien, l'amplification ou grossissement est égal au quotient du quarré du foyer du grand miroir, divisé par le produit des foyers du petit miroir & des oculaires. Si la courbure du grand miroir a 6 pieds de rayon, son foyer sera à 3 pieds, c'est-à-dire, au quart du diamètre de sphéricité, conséquemment à 36 pouces; & si le

foyer des oculaires est 3 pouces, & celui du petit miroir 4 pouces, dont le produit est 12 pouces, on divisera alors le quarré de 36 — 1296 par le produit 12 : & le quotient 108 indiquera que ce télescope grégorien grossit ou amplifie 108 fois l'image de l'objet.

Le télescope, que Short avoit construit, grossissoit 1000 fois, quoiqu'il n'eût cependant que 12 pieds; long-temps, on l'a regardé comme un des plus forts; mais actuellement, ce résultat est de beaucoup moindre que celui d'Herschel, qui grossit ou amplifie 6000 fois, comme on le voit dans les Transactions Philosophiques de 1782.

Nous donnerons ici un moyen simple & facile, pour déterminer, par voie d'expérience, la force amplificative d'un télescope; c'est celui dont Hauxbée s'est servi. Ayant placé un cercle de papier, d'un pouce de diamètre, à la distance de 2674 pouces de l'oculaire, dans la direction du télescope, on tire 2 lignes parallèles sur un papier, à un pied d'intervalle l'une de l'autre : on place ces deux lignes à côté du télescope, on les regarde à la fois des deux yeux, un œil dans le télescope, & l'autre en dehors; on fait rapprocher peu à peu les deux lignes de l'œil, jusqu'à ce qu'elles paroissent toucher les deux bords du cercle, d'un pouce, c'est-à-dire, que les 12 pouces vus à l'œil nu, paroissent de la même grandeur, qu'un pouce vu dans le télescope; & dans cet état, l'on mesure la distance des deux parallèles à l'œil; si elle se trouve de 142 pouces seulement, l'angle visuel du télescope est réellement augmenté dans le rapport, composé de 12 à 1, & de 2674 à 142, c'est-à-dire, 226 fois: c'est ainsi qu'Hauxbée reconnut que son télescope de $3\frac{3}{4}$ pieds de foyer, augmentoit 226 fois le diamètre des objets.

AMPLIFICATION *des corps lumineux.* Tous les corps lumineux paroissent plus grands qu'ils ne sont par un effet de l'espèce de *rayonnement* qu'on remarque en eux. Une étoile semble bien plus grande à la vue qu'à travers une lunette : celle-ci la dépouillant de tout agrandissement accidentel, quoiqu'elle dût produire un effet opposé, car toute lunette grossit ou amplifie. Dans la réalité, une étoile vue au-travers d'une lunette, est réellement grossie & rapprochée; mais comme le dépouillement du rayonnement que la lunette occasionne, fait perdre davantage à l'étoile, de sa grandeur apparente & accidentelle, qu'elle n'acquiert d'augmentation dans sa grandeur réelle, il s'ensuit que l'étoile vue par le moyen d'une lunette, paroît plus petite qu'à la vue simple, quoique ses dimensions réelles soient effectivement augmentées.

Les corps lumineux, comparés à des corps obscurs, paroissent sur-tout bien amplifiés. Si on considère la lune deux ou trois jours avant ou après sa conjonction, on observera manifestement que la portion lumineuse débordera celle qui est obscure; cette amplification est une illusion optique; car le corps de la lune est sensiblement sphérique, & cette illusion se trouve toujours, dans tous les cas où la lumière d'un corps est très-vive, soit en elle-même, soit comparativement.

On remarque aussi dans le soleil, une espèce d'amplification de quelques secondes, qui, l'environnant d'une couronne d'aberration, augmente en apparence son véritable disque. M. De la Lande pense que cette quantité doit être de 6 ou 7 secondes sur le diamètre du soleil, vu dans une lunette de 18 pieds, à en juger par les passages de vénus sur le soleil, où cet effet doit disparoître.

AMPLITUDE *astronomique*; c'est l'arc de l'horison compris entre le vrai point d'orient ou d'occident, & celui où un astre paroît se lever ou se coucher. Le vrai point de l'orient ou de l'occident est celui où le soleil se lève ou se couche, dans le temps des équinoxes, c'est-à-dire, ce sont les deux points d'intersection de l'équateur & de l'horison.

On distingue donc l'AMPLITUDE en *ortive* ou *orientale*, & en *occidentale* ou *occase*, & l'une & l'autre se divisent en *méridionale* & *septentrionale*, selon qu'un astre se lève ou se couche dans l'hémisphère méridional ou septentrional. Ainsi *l'amplitude ortive septentrionale*, par exemple, est la distance ou plutôt l'arc de l'horison compris entre le vrai orient & le point où se lève en effet un astre qui est dans la partie septentrionale; & ainsi des autres. De cette définition, il résulte que le soleil n'a point d'amplitude lorsqu'il est dans l'équinoxe, ce qui arrive deux fois pendant l'année. Les étoiles qui sont dans l'équateur n'ont point d'amplitude.

Le complément de l'amplitude orientale ou occidentale, au quart complet de l'horison, s'appelle *azimuth*; cependant il faut remarquer que comme il y a une infinité d'azimuths, il n'y en a qu'un seul qui soit véritablement le complément de l'amplitude; savoir, l'azimuth qui répond au cercle vertical, passant par le point de l'horison où l'astre se lève ou se couche.

Les amplitudes diurnes du soleil changeant chaque jour, ainsi que la déclinaison du soleil, & étant différente pour les diverses latitudes, il faut donc, pour déterminer l'amplitude du soleil, soit ortive, soit occase, connoître préalablement l'élévation du pôle, du lieu où l'on est, & la déclinaison du soleil. Ceci supposé, on fera l'analogie suivante.

Le co-sinus de la latitude est au rayon, comme le sinus de la déclinaison est au sinus de l'amplitude ortive ou occase.

C'est par le moyen de cette règle qu'on a formé & ensuite publié dans différentes éphémérides, des tables où l'amplitude est marquée pour chaque degré de la terre, & pour les différens degrés de déclinaison des astres, & particulièrement du soleil. Dans l'ouvrage de la *connoissance des temps*, que

l'académie des ſciences de Paris publie chaque année, on voit une table de ce genre, qui eſt très-utile aux marins, pour déterminer la déclinaiſon de l'aiguille aimantée.

AMPLITUDE *d'un arc de parabole ;* c'eſt la ligne horiſontale qui eſt compriſe entre le point d'où on ſuppoſe qu'un arc de parabole commence, & celui où il ſe termine. Ce terme eſt ſur-tout en uſage dans la *baliſtique* ou art de jeter les bombes ; *l'amplitude* de l'arc *de la parabole*, parcouru par une bombe, ſe nomme *l'amplitude du jet*. La parabole eſt une courbe décrite en vertu de la combinaiſon de deux forces, d'une force *projectile*, toujours conſtante, & d'une autre force : celle de la *peſanteur* qui croît ou décroît continuellement, ſelon la ſuite des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, &c. & ainſi de ſuite. Dans le jet des bombes, c'eſt la poudre qui imprime la force projectile ; & la direction de cette force peut être parallèle ou oblique à l'horiſon, ſelon la direction de la bouche à feu.

Suppoſons qu'une bombe ſoit projectée horiſontalement, *figure* 26, ſelon la direction M N, ou obliquement à l'horiſon, ſuivant la ligne MN, *fig.* 27, avec une vîteſſe capable de faire parcourir en quatre ſecondes de temps cette ligne entière, il eſt évident que la force projectile agiſſant ſeule & uniformément, feroit parcourir à la bombe un des eſpaces marqués 1, 2, 3, 4, durant chacune des 4 ſecondes. Mais la force projectile n'agit pas ſeule, elle eſt combinée avec la force de la péſanteur qui dirige tous les corps vers le centre de la terre ; à la fin de la 1[re]. ſeconde, la bombe ſera donc deſcendue en parcourant l'eſpace 1 a ; à la fin de la 2[e]. ſeconde, elle aura décrit 2 b ; au bout de la 3[e]. ſeconde, elle ſera tombée en 3 c, & à la fin de la 4[e]. ſeconde, elle arrivera en 4 d. Or, ces eſpaces 1 a, 2 b, 3 c, 4 d, parcourus en vertu de la peſanteur, font entre eux comme leurs quarrés 1, 4, 9, 16, ainſi qu'on le prouvera aux articles PESANTEUR & ACCÉLÉRATION DES CORPS. Conſéquemment l'eſpace 26 eſt quatre fois plus grand que 1 a ; l'eſpace 3 c, eſt neuf fois plus grand que 1 a, & celui de 4 d, eſt ſeize fois plus grand que la même quantité 1 a.

Cette loi ſuppoſée, ainſi que la combinaiſon des deux forces, la bombe M décrira dans les deux cas un arc parabolique, M *a b c d* ; & la ligne P O, M O, compriſe entre le point ſuppoſé où commence la courbe et celui où il finit, eſt ce qu'on appelle *l'amplitude du jet*, *l'amplitude de l'arc parabolique*. *Voyez* PARABOLE.

Ce qu'il y a de plus eſſentiel à ſavoir, c'eſt que, 1°. la direction du corps projeté étant toujours ſuppoſée la même, *les amplitudes ſont comme le quarré des viteſſes du corps projeté* ; que, 2°. *l'amplitude du jet eſt la plus grande de toutes lorſque la direction de la projection fait avec l'horiſon un angle de* 45 *degrés*. *Voyez* BALLISTIQUE & BOMBE.

AN. *Voyez* ANNÉE.

ANACAMPTIQUE. Ce mot ſignifie la même choſe que réfléchiſſant, mais il n'eſt guères d'uſage. On l'a employé, ſoit pour les ſons réfléchis, ſoit pour les rayons de lumière réfléchis : dans ce dernier ſens, l'*anacamptique* eſt la même choſe que CATOPTRIQUE.

ANACLASTIQUE. Ce terme eſt peu uſité. Il déſigne la partie de l'optique qui traite des réfractions : le mot de DIOPTRIQUE eſt actuellement conſacré. L'expreſſion des *tables anaclaſtiques* dont quelques auteurs ſe ſont ſervi, ſignifie *tables de réfraction* ; elles contiennent les divers degrés de réfraction que les rayons de lumière ſubiſſent ſous différens angles donnés. On entend par *point anaclaſtique*, le point où un rayon de lumière ſe réfracte en paſſant d'un milieu dans un autre, dont la force réfringente eſt différente. M. de Mairan a donné le nom de *courbes anaclaſtiques* aux courbes apparentes que forme le fond d'un vaſe plein d'eau, pour un œil placé dans l'air ; ou le plafond d'une chambre, pour un œil placé dans un baſſin plein d'eau, au milieu de cette chambre ; ou la voûte du ciel, vue par réfraction à travers l'atmoſphère. Cet académicien détermine ces courbes (Mém. de l'Acad. 1740), d'après ce principe d'optique, admis par quelques auteurs, que l'objet paroît dans le point où le rayon réfléchi ou rompu paſſant par le centre de l'œil, rencontre la perpendiculaire menée de l'objet ſur la ſurface du miroir ou du verre.

ANALOGIE. L'analogie eſt un des fondemens ſur leſquels on s'appuie dans pluſieurs circonſtances, pour porter un jugement. Le principe ſur lequel repoſe l'analogie eſt que : *l'univers eſt gouverné par des loix générales & conſtantes* : principe qu'on ne ſauroit révoquer en doute. Il en réſulte, 1°. *que des effets ſemblables ont les mêmes cauſes.* Si une pierre tombe par la force de la gravité, toutes les autres eſpèces de pierres tombent également par l'influence de la même force ; 2°. que *les propriétés des corps qui leur ſont tellement inhérentes, qu'elles n'admettent ni augmentation, ni diminution, & qui conviennent à tous les corps, à l'égard deſquels on a pu faire un pareil examen, doivent être conſidérées comme des propriétés communes à tous les corps.*

L'augmentation & la diminution dont il eſt queſtion dans cette ſeconde règle, ainſi que le remarque fort judicieuſement Graveſande, ſe rapporte aux propriétés mêmes, & non point à leur effet. Le mouvement eſt, à la vérité, augmenté ou diminué, mais c'eſt l'effet de la mobilité, laquelle ne ſouffre ni augmentation ni diminution.

Auſſi

Aussi la mobilité est-elle une propriété commune à tous les corps.

L'analogie est très-utile en elle-même; mais pour éviter de tomber dans l'erreur, en la prenant quelquefois pour guide, il est nécessaire d'examiner avec soin, sur-tout dans les effets composés, toutes les circonstances essentielles qui ont lieu, & d'en faire une comparaison exacte entre elles. Cet objet appartenant directement à la dialectique & à la métaphysique; nous ne nous étendrons pas davantage sur cet objet, qui a du être traité dans les dictionnaires relatifs à ces sciences.

Nous dirons seulement qu'analogie en général, soit en physique, soit en morale, en politique, &c. signifie une ressemblance ou similitude entre des causes & des effets. En mathématique, le mot d'analogie désigne l'égalité de deux raisons ou rapport, & alors il est synonyme avec celui de proportion. Ainsi, par exemple, on dira d'une puissance qui agit par le moyen du coin: *Sa force relative est à sa force absolue, comme l'axe ou la hauteur du coin est à la largeur de sa base.* On dira en parlant du plan incliné: *Quand un corps porte sur un plan incliné, sa gravité restante est à sa gravité totale, comme la hauteur du plan est à sa longueur.* On verra les avantages de ces sortes d'analogies, dans les articles sur la mécanique, sur la pesanteur, sur l'optique prise en général, &c. en un mot, dans tous ceux qui ont rapport aux sciences physico-mathématiques qui seront traitées dans ce dictionnaire.

ANALYSE *en mathématique*, est la méthode de résoudre les problêmes mathématiques en les réduisant en équations; elle a donc pour but de découvrir les quantités inconnues par les rapports qu'elles ont avec les quantités connues, & c'est par la double expression d'une même quantité, qu'elle en vient à bout. L'algèbre prescrit les règles & les conditions qui ont rapport à cet objet. Cette science ne doit point être traitée dans un dictionnaire de physique.

ANALYSE *en chimie*, est l'art de décomposer un corps, de séparer ses principes, ses parties constituantes. On en distingue de deux sortes: *l'analyse par le feu*, & l'*analyse par les dissolvans ou les menstrues.* On fait à la première de ces méthodes plusieurs reproches: si un corps est composé de plusieurs principes qui aient différens dégrés de volatilité, on ne les séparera pas toujours, même en employant une chaleur graduée dans des vaisseaux distillatoires, parce que plusieurs de ces principes pouvant avoir une grande adhérence entre eux, un principe volatil entraînera avec lui une portion d'un principe fixe. De plus, quelques principes peuvent être incapables de supporter l'action du feu, sans se décomposer en tout ou en partie, ou du moins sans éprouver une altération plus ou moins grande.

L'*analyse par les menstrues* est fondée sur la différente dissolubilité de leurs principes dans divers dissolvans; si un mixte est composé, par exemple, d'une matière gommeuse, d'une qui soit résineuse, & d'une autre qui soit huileuse, en employant l'eau, on lui enlevera tout ce qu'il a de gommeux, l'esprit-de-vin dissoudra ensuite la résine, & l'éther s'emparera de toute l'huile. On pense bien qu'après chaque dissolution, on fera évaporer pour avoir le principe qu'on vouloit extraire.

On a encore divisé l'analyse en *analyse vraie* ou *simple*, & en *analyse fausse* ou *compliquée*. *L'analyse vraie* ou simple a lieu, dit M. de Fourcroy, toutes les fois que l'on sépare d'un corps composé les principes dont il est formé, sans leur faire subir d'altération, & de manière qu'en les réunissant après les avoir séparés, on reforme un composé tout-à-fait semblable à celui qui a été décomposé. Il seroit à souhaiter que cette analyse pût être souvent employée; mais il arrive au contraire, très-fréquemment, qu'en séparant les principes des corps composés, on les altère, & on en change les propriétés. Ainsi, en brûlant des bois, par exemple, il en sort de l'eau, des sels, de la fumée ou suie, & il reste des cendres; mais on ne peut pas reformer du bois en réunissant l'eau, les sels, la suie & la cendre. Un plus long détail seroit étranger à cet ouvrage. On peut consulter le dictionnaire de chimie. Mais le mot d'analyse se trouvant dans plusieurs livres de physique, il étoit à-propos de connoître la valeur de cette expression.

ANALYSE DE L'AIR, de l'air de l'atmosphère. L'air de l'atmosphère est peut-être la substance dont l'analyse est la plus exactement & la plus rigoureusement faite. Pour déterminer la nature des parties constituantes d'un corps, on emploie deux moyens, la composition & la décomposition. De même, dans l'analyse de l'air de l'atmosphère, on le décompose & on le recompose. *Voyez* l'article ANALYSE DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE, au n°. VIII du mot AIR.

ANAMORPHOSE. C'est une projection monstrueuse qu'on a dessinée & peinte sur une surface plane, convexe ou concave, & qui paroît néanmoins représenter un objet régulier, lorsqu'elle est vue d'une certaine manière, c'est-à-dire, 1°. d'une certaine distance à la vue simple; ou 2°. à travers d'un verre taillé à facettes; ou 3°. dans des *miroirs prismatiques, coniques, cylindriques*, et même *concavo-cylindriques*.

1°. Dans le couvent des minimes de la place Royale, à Paris, on peut voir deux anamorphoses, peintes par le père Niceron. En les regardant directement, on n'apperçoit qu'un paysage; mais si on les voit à une certaine distance & à un point déterminé, on appercevra dans l'une la Madelaine, &

dans l'autre Saint-Jean l'évangéliste qui écrit, & ces deux figures sont très-distinctes & des plus régulières. Il eût été bien plus facile de ne peindre que des projections monstrueuses, qui, vues d'un certain point, auroient paru représenter des objets connus, que de faire voir des figures régulières dans tous les cas : un paysage, par exemple, & ensuite des figures humaines. Le P. Niceron et le P. Maignan, deux célèbres minimes, ont traité fort au long de cet art, le premier dans son *Thaumaturgus opticus*, & le second dans sa *perspectiva horaria*.

2°. On trace sur un carton, et selon un certain procédé, des figures qui paroissent irrégulières à la vue simple ; mais en les regardant au travers d'un verre polyèdre ou à plusieurs faces, on les apperçoit régulières.

Ces figures irrégulières sont disposées autour d'un espace qu'on laisse au milieu, & c'est dans celui-ci qu'on met ordinairement l'image d'un objet régulier: en regardant au travers de l'espèce de lunette qui contient le verre polyèdre, plan convexe, on n'apperçoit point cet objet du milieu, on en voit au contraire un autre bien différent, qui est formé des parties irrégulières des images des objets peintes à la circonférence de l'espace circulaire du milieu ; ce qui surprend ceux qui ignorent la cause de cette espèce d'illusion. Ces parties des images paroissent bien plus difformes lorsqu'on remplit leurs intervalles de figures insignifiantes, comme on le fait ordinairement. Cependant, quelquefois, on ne met autour de l'espace du milieu que des figures régulières, différentes de celle qui paroît à travers le verre.

Le procédé pour former des images difformes qui paroissent régulières au travers d'un verre à plusieurs faces triangulaires, sera bientôt compris, si on fait attention que ce verre étant dans un tuyau qui est percé, au bout opposé à celui où est le verre, d'un petit trou un peu au de-là du foyer du verre, on met au-devant de ce trou une petite lumière, & que, au-delà du verre, on marque les aréoles lumineuses & triangulaires que forment les rayons de lumière refractés. C'est dans ces aréoles ou petits espaces qui ne doivent former qu'une seule image, qu'on peint les différentes parties d'un objet qui paroitra seul & régulier, lorsqu'on regardera par le petit trou. J'ai plusieurs de ces appareils dans le cabinet de physique de la province de Languedoc : On peut en voir aussi de très-bien faits à la bibliothèque de l'Oratoire, rue Saint-Honoré, à Paris.

3°. Le troisième genre d'anamorphose est celui des figures difformes peintes sur des cartons, sur lesquels on place des miroirs de métal, cylindriques, coniques ou prismatiques ; en regardant dans ces miroirs, on voit des figures régulières. On trouvera à l'article MIROIR, l'explication des effets que produisent ces miroirs, dans *l'art des expériences* de M. l'abbé Nollet, tom. 3 ; dans le dictionnaire de mathématique de Savérien ; dans celui de l'Encyclopédie ; dans plusieurs traités d'optique & de catoptrique : on trouvera également la méthode de tracer les anamorphoses dont nous parlons. *Voyez* le mot PERSPECTIVE.

ANAXAGORE, disciple d'*Anaximènes*, fut le maître de *Périclès* ; il vécut environ cinq siècles avant J. C. Il s'appliqua presqu'uniquement à la connoissance des différens objets de la nature, sans s'occuper même de ses intérêts particuliers. Il se justifioit de cette négligence, en disant : *J'ai employé à former mon esprit le temps que j'aurois mis à cultiver mes terres. Pourquoi êtes-vous venu sur la terre*, lui demandoit quelqu'un ? Il répondit, *pour contempler le soleil, la lune & les étoiles.* Comme on lui reprochoit l'indifférence qu'il avoit pour sa patrie : *au contraire*, répliqua-t-il, en montrant le ciel, *j'en fais un grand cas.* Ces traits peignent son caractère.

C'est à ce philosophe qu'on croit qu'est due la découverte de la cause des éclipses ; il paroît être le premier qui ait annoncé que la lune étoit habitée, que le soleil étoit une masse de feu ou de matière enflammée. Cependant il ne paroît pas avoir eu une juste idée de sa grosseur, puisqu'il comparoit cet astre à la grandeur du Péloponèse. Selon lui, les astres étoient des corps solides, pesans, & semblables aux pierres ; s'il avoit restreint cette idée aux planètes, il auroit connu une vérité importante. Pour expliquer comment des corps aussi lourds & pesans pouvoient se soutenir dans l'air & ne pas tomber, il avoit recours au mouvement circulaire qui les retenoit dans leurs orbites respectives. Les cieux, selon lui, étoient aussi de pierre, sans doute transparente. Remontant ensuite à l'origine des choses, il assura que l'auteur de la nature a créé des *homœméries* ou parties similaires, jouissant naturellement d'une tendance propre à se réunir selon les circonstances. On voit par ce court exposé que les opinions de ce philosophe contiennent un mélange de vérités & d'absurdités L'histoire de l'esprit humain nous fournit des preuves très-multipliées que les choses ont toujours été telles.

Anaxagore fut persécuté pendant sa vie, & accusé injustement d'impiété. Le gouvernement d'Athènes le fit renfermer dans une prison obscure, & sans le crédit de Périclès, il auroit perdu le jour. Ce n'est pas la seule victime que la philosophie ait offert à l'envie. Etant exilé, il se retira à Lampsaque, où ses élèves vinrent le trouver. Près de ses derniers momens, on lui demanda s'il ne seroit pas charmé d'être enseveli dans Clasomènes sa patrie : Cela est inutile, répondit-il, le chemin qui mène aux enfers est aussi long d'un lieu que d'un autre. Ce philosophe mourut l'an 469 avant J. C. âgé de 72 ans. On éleva sur sa tombe deux autels, l'un consacré à la vérité, l'autre au bon sens.

ANAXIMANDRE. Ce philosophe naquit à

Milet, mais on ignore l'année de sa naissance : on sait seulement qu'il mourut 545 ans avant l'ère chrétienne. Il fut disciple de Thalès de Milet, & lui succéda dans l'école célèbre qui étoit établie dans cette ville. On lui doit plusieurs découvertes utiles dans l'astronomie & dans la haute géographie ; plusieurs pensent qu'il inventa les cartes géographiques & la sphère, pour représenter les divisions en différentes parties qu'il forma dans le ciel ; il fit le premier des horloges ; il fut l'inventeur des gnomons ; il observa pour la première fois l'obliquité de l'écliptique ; il enseigna, comme Thalès, que la terre étoit ronde & se mouvoit ; que la lune empruntoit sa lumière du soleil qui, selon lui, étoit un astre véritable ou une matière enflammée. On lui attribue encore la prédiction du tremblement de terre qui désola la Laconie.

ANAXIMÈNES. Ce philosophe fut le chef de l'école de Milet après la mort d'Anaximandre son maître, comme celui-ci l'avoit été après Thalès. Au rapport de Pline, il fut l'inventeur des cadrans solaires, & cette découverte étonna les Spartiates à qui il en fit part. Il soutint que l'air étoit le principe de tout. « L'infini étoit, selon lui, la somme des êtres qui composent le monde. Ce sont des substances inanimées & sans aucune force par elles-mêmes ; mais le mouvement dont elles sont douées leur donne la vie & une vertu presqu'infinie. » Le temps où il vivoit est si éloigné de nous, qu'il n'est pas étonnant qu'on n'ait que très-peu de connoissance sur la vie & les opinions de ce philosophe.

ANCHYLOSE. C'est l'union de deux os articulés & soudés ensemble par le suc osseux ou une autre matière, de façon qu'ils ne fassent plus qu'une seule pièce. *Voyez* le dictionnaire d'anatomie. Nous avons parlé ici de ce mot, parce qu'il a été employé dans quelques ouvrages de physique, principalement dans l'électricité médicale.

ANDROGYNE. Nom donné aux animaux qui, par une configuration monstrueuse des parties de la génération, semblent réunir en eux les deux sexes. Il n'y a point, dans l'espèce humaine, de véritables androgynes ; on n'en trouve que dans des classes inférieures d'animaux.

ANDROÏDES. Ce nom est consacré pour désigner un automate à figure humaine, qui, par la combinaison de plusieurs ressorts, exécute des mouvemens extérieurs, qui imitent quelques-uns de ceux que nous produisons. Sans parler de quelques anciens ANDROÏDES, tel que celui qu'on attribue à Albert-le-Grand, il suffira de citer ici pour exemple le *flûteur automate* de M. de Vaucanson, & son *joueur de tambourin*, qui sont les deux plus beaux & les deux plus parfaits ANDROÏDES qu'on ait jamais vus. On en trouvera la description à l'article AUTOMATE, auquel nous renvoyons, parce que le mot d'*androïde* n'est pas fort en usage, & qu'on aimera mieux lire, sous un seul article, ce qui a rapport a un même objet, que de le trouver morcelé en deux endroits de cet ouvrage.

ANDROMÈDE, une des constellations de l'hémisphère septentrional, située au nord des poissons & du bélier, près de cassiopée & de persée, & au-dessous de pégase ; elle comprend 63 étoiles dans le grand catalogue britannique. A la tête d'Andromède on voit une étoile de la seconde grandeur, qui est commune aussi à la constellation de Pégase, & forme un grand quadrilatère avec trois autres étoiles de celle-ci, qu'on nomme Algenib, Scheat & Markab. Le corps d'Andromède est désigné par trois étoiles brillantes, à distances égales l'une de l'autre, & en forme d'arc.

ANÉLECTRIQUE. Les corps anélectriques sont ceux qui ne peuvent point être électrisés par le frottement, ni par la percussion : en vain exerce-t-on sur eux un frottement varié de différentes façons, on ne les voit point présenter les signes les plus simples d'électricité, tels que les attractions, les répulsions, les aigrettes, les étincelles électriques.

L'eau & les métaux sont les seules substances anélectriques. Quelque agitation qu'on donne à l'eau, quelque frottement qu'on lui fasse exercer sur les parois des vases qui la contiennent, jamais ce fluide n'offrira un signe d'électricité. Nous parlons de l'eau dans l'etat de liquidité ; car, dans celui de glace, elle peut être électrisée, puisqu'on en a fait des machines électriques avec des globes, des cylindres & des plateaux d'eau congelée à un certain degré. Nous avons rapporté ailleurs les expériences que M. Achard a faites à Berlin sur cet objet, dans un hiver rigoureux. Les métaux frottés ou frappés ne donnent aucune marque d'électricité Qu'on frotte, avec quelque substance qu'on voudra, un métal quelconque, dans l'état de métalléité, on n'appercevra aucun signe caractéristique de vertu électrique. Je sais que si on isole un conducteur de métal & qu'on le frotte avec une peau de chat, par exemple, on remarquera des étincelles, lorsqu'on en approchera le doigt ; mais cette expérience que nous discuterons dans un autre article, est équivoque relativement à l'objet présent, & ne prouve rien ; car on peut dire que c'est la peau de chat qui s'électrise à sa manière par le frottement, & qui communique ensuite au conducteur de métal son espèce d'électricité. Dailleurs, lorsqu'on frotte un corps quelconque qui n'est pas *anélectrique*, mais *idio-électrique*, comme le verre, la cire d'Espagne du bois sec, &c. &c. il n'est pas nécessaire de les isoler, pour exciter en eux la vertu électrique. Il y a donc une grande différence entre les corps

regardés comme non anélectriques & les métaux; les métaux sont donc des corps anélectriques.

ANÉMOMÈTRE. Machine construite pour connoître la direction des vents, leur durée ou leur vitesse: on voit par là quel est l'objet des anémomètres.

L'anémomètre le plus ancien & le plus simple de tous ceux qui ont jamais été employés, est la girouette. Le vent doit nécessairement frapper la plaque mobile qui a une certaine surface, la faire tourner & la diriger selon le courant d'air qui règne dans l'atmosphère: conséquemment la position de la girouette indiquera la direction du vent.

Mais pour évaluer exactement, par le moyen d'une girouette, la direction des vents, il faut que la tige de la girouette soit bien perpendiculaire, que la plaque soit très-mobile, qu'on soit orienté c'est-à-dire, qu'on connoisse les quatre points cardinaux, l'orient, l'occident, le nord & le midi & par consequent les autres points intermédiaires.

Les girouettes ordinaires sont en général mal construites; la rouille s'y met bientôt; n'ayant pas une assez grande mobilité, elles ne tournent qu'avec un vent qui a une force d'une certaine intensité; par conséquent elles indiquent un vent qui n'existe pas: ce qui montre qu'on doit en faire peu de cas, c'est que la plûpart de celles des villes sont rarement d'accord entr'elles: d'un autre côté la distance & la situation oblique, d'où l'on observe, empêche d'apprécier exactement la ligne de direction,

Afin de pouvoir observer la direction & la durée des vents exactement, commodément & en tout temps, on a imaginé de faire, avec beaucoup de soin, une girouette dont la plaque est fixée avec la tige; de sorte que la plaque tournant, la tige qui est une espèce d'axe tourne en même temps: alors on perce entièrement le toît & les planchers afin que la tige prolongée descende jusques dans l'appartement, où l'on se propose d'observer à l'abri des intempéries de l'air. Là, au bout de cette tige on peut concevoir une aiguille placée horisontalement & à angles droits, & marquant sur un cadran mis au plafond, les vents qui souffleroient en divers temps. On conçoit que pour soutenir ainsi cette tige, il faut former à différentes distances des collets & colliers tellement arrondis, que le frottement soit beaucoup diminué. J'ai vu une machine de ce genre qui alloit assez bien, mais la tige avoit peu de longueur.

Il vaut mieux préférer dans l'exécution la construction suivante, qui consiste à terminer l'extrémité inférieure de la tige qui aboutit au plafond, de telle sorte que ce bout forme un pivot qui soit supporté par une petite crapaudine ou cavité conique de cuivre, dans laquelle la tige de la girouette tournera librement. A quelques pouces au-dessus du pivot, est un pignon ou lanterne qui engrène dans une roue dentée, placée à côté et horisontalement; & c'est à l'axe de cette roue dentée, qu'est fixée l'aiguille de l'*anémomètre horisontal*, dont le centre coïncidera avec le centre de l'aiguille. Le seul inconvénient qu'il y a dans cette construction, c'est que pour observer avec cet anémomètre, il faut lever la tête, ce qui est incommode. Il est donc utile de pouvoir placer verticalement le cadran.

L'anémomètre à cadran vertical, actuellement en usage dans plusieurs observatoires, & dans les cabinets des physiciens qui se consacrent aux observations météréologiques, diffère peu de celui qu'on vient de décrire. La tige de la girouette G C, *figure* 28, portera sur une crapaudine en C; celle-ci, par son extrémité inférieure faite en pivot, tournera librement dans la cavité propre à la recevoir. Au-dessus en A, sera enarbrée une roue dentée, dont les dents ou chevilles seront parallèles à l'axe, & cette denture engrènera dans celle de la roue B qui est verticale. L'axe de celle-ci, traversant l'appartement de l'observateur & portant à son extrémité une aiguille placée au centre d'un cadran divisé en trente-deux parties avec des sous-divisions, indiquera avec précision les différentes espèces de vents qui régneront. Pour comprendre le jeu de cet instrument, il suffit de se rappeler que la girouette est fixée au haut de sa tige; que la plaque G tournant, la roue horisontale A, enarbrée à la tige ou axe, tournera également, & que le nombre des dents de la roue A étant égal à celui de la roue B verticale, la plaque, la tige, les deux roues & l'aiguille auront un mouvement semblable: quand l'une fera, par exemple, un demi-tour, un tour entier, 2, 3 ou 4 tours, & les autres en feront nécessairement autant. Si on a donc eu soin une fois d'orienter le cadran qui porte la rose des vents & de le fixer, l'aiguille indiquera constamment le vent qui règne, les changemens successifs qui arriveront, & conséquemment leur durée. La *figure* 28 montre le mécanisme de la machine cachée derrière le cadran, & la *figure* 29 présente un anémomètre portatif, destiné à servir de modèle dans un cabinet de physique.

Plusieurs auteurs ont décrit des anémomètres de ce genre, mais ils ne sont point préférables au dernier dont nous venons de parler; & par cette raison nous les passons sous silence. A quoi serviroit-il, par exemple, de dire que Ozanam, dans ses *récréations mathématiques & physiques*, donne une autre construction qui ne diffère de la précédente qu'en ce que, au lieu de deux roues de même nombre de dents, il emploie un pignon fixé à la tige de la girouette qui engrène un rouet, sur l'axe duquel est portée l'aiguille; l'effet de ces deux machines étant toujours le même? à quoi serviroit-il de dire encore que le pere Kirker (*ars mag. lucis et umbræ*)

donne la description d'un anémomètre qui, outre l'effet des précédens, les indique encore une seconde fois, en faisant tourner une petite statue aimentée, suspendue au milieu d'un globe de verre, & tenant en sa main une baguette, par le moyen de laquelle, est indiqué un des 32 airs de vent qui sont peints sur l'équateur de ce globe : nous n'avons fait mention ici de ces variétés, que pour avoir occasion de dire que nous retrancherons de ce dictionnaire tout ce qui ne seroit pas utile & ne feroit que grossir l'ouvrage.

Lorsqu'on n'a pas d'anémomètre, & lorsque les girouettes sont peu mobiles, on peut, pour connoitre la direction des vents, examiner le cours des nuages. Recevant l'impulsion des vents, ils indiquent par leur marche, celle des vents : ce sont des courans d'air qui entraînent tout ce qu'ils rencontrent, & on est d'autant plus sûr de bien connoitre la direction des vents par ce moyen que les nuages sont très-légers, très-mobiles. Mais on observera cependant que le cours des nuages ne désigne pas toujours les vents qui sont près de la terre; car ils peuvent être opposés; différens courans avec des directions même contraires existant quelquefois à diverses hauteurs dans l'atmosphère.

On peut encore avoir recours à la direction de la fumée qui sort des cheminées, & que le vent entraîne facilement dans son cours. La grande mobilité de la fumée, sa proximité de la surface de la terre rendent précieux, le secours qu'on peut en tirer pour un observateur qui n'a point d'anémomètre, & qui veut comparer la direction des vents près de terre, à ceux qui règnent dans la région des nuages.

L'anémomètre qui marque la force du vent, est d'une très grande utilité pour un météorologiste. On en a imaginé plusieurs. Les *transactions philosophiques* contiennent la description d'un instrument de ce genre, qui consiste en une plaque mobile sur le limbe gradué d'un quart de cercle; le nombre des degrés parcourus marque la force du vent, qu'on suppose souffler perpendiculairement contre la plaque mobile.

Un des instrumens les plus simples & les plus faciles à construire pour évaluer la force du vent, est le suivant : il est composé d'une planche d'un pied quarré, au milieu de laquelle est fixée une tige quarrée dans une direction perpendiculaire. Cette tige entre & glisse librement dans une espèce de boîte qui est un peu plus longue que la tige, & au fond de la boîte est placé un ressort à boudin qui cède successivement en proportion de la force qui pousse la planche. Un des côtés de la tige est taillé en crémalière, & chaque dent, en entrant dans la boîte, soulève une petite bride à ressort foible, qui retombe aussitôt & l'empêche de revenir : alors on connoît par le nombre des dents qui sont entrés, ou par des marques faites sur un des côtés de la tige, de combien la planche a cédé à la force impulsive qu'on a fait agir sur elle.

Afin d'évaluer par des poids connus cette force impulsive, on tient la boîte et la tige dans une situation verticale, & l'on place sur la planche successivement des poids qui vont en augmentant comme les nombres 1, 2, 3, 4, 5, &c. & on marque par un chiffre, sur un des côtés de la tige, l'endroit qui répond à l'entrée de la boîte. Cette graduation étant faite, si l'on tient cette machine à la main, de manière que la face antérieure de la planche se présente perpendiculairement à la direction du vent, on estime la force actuelle par le chiffre qui est arrivé au bord de la boîte. *Voyez la figure* 250.

Le ressort à boudin est fait avec un fil d'acier tourné en tire-bourre, & trempé auparavant, afin qu'il conserve plus long-temps son dégré d'élasticité. La boite est faite de deux pièces, dans chacune desquelles on creuse une cavité pour recevoir la moitié du quarré de la tige ; on les colle ensuite à plat-joint, avec un lien de métal, si l'on veut, au bout qui reçoit la tige. Le fond que l'on colle a feuillure en D, suffit pour assurer la jonction des deux pièces.

M. Wan-Swinden, pour mesurer la force du vent se sert d'un anémomètre également construit sur la méthode de M. Bouguer (*manœuvres des Vaisseaux*, p. 181 ; *traité du navire* p. 359); & son instrument exprime en onces la pression du vent sur une surface d'un pied quarré. Quand le vent monte au delà de 16, 20 ou au plus de 24 onces, j'applique, dit-il, à la tige de l'instrument, un carton dont la surface n'est que d'un quart de pied quarré, en place d'un carton d'un pied quarré, qui me sert ordinaierment. On voit aisément que les divisions de la tige qui marquent ordinairement le poids d'une once en marquent 4 en ce cas. La division de la tige de cet anémomètre a été faite par expérience, en chargeant l'instrument successivement d'un, de deux, de trois onces, &c. & ainsi les irrégularités du ressort ne peuvent avoir ici aucune influence.

Anémomètre de Wolf, L'anémomètre qui est décrit dans le chapitre sixième de l'*airométrie* de Wolf, tome second de son grand *Cours de mathématiques*, est mû par le moyen de quatre ailes, semblables à celles d'un moulin à vent. Nous n'en parlerons pas ici, parcequ'elle n'est pas exacte.

M. Poleni & M. Pilot ont proposé chacun des anémomètres : le premier dans son ouvrage, *de la meilleure manière de mesurer sur mer le chemin d'un vaisseau* ; *le second, dans sa théorie de la manœuvre réduite en pratique.*

Anémomètre de M. Gusleau. Cet instrument est représenté dans la *fig.* 251. A A est un cylindre de deux ou trois pieds de longueur au plus, selon la distance du toît ou plafond de l'appartement dans lequel on veut faire répondre la machine. Ce

cylindre a trois pouces de diamètre, & il est surmonté d'une boule B, au milieu de laquelle est un ressort dont la force est connue, de la même manière qu'on connoît celle du ressort d'une petite romaine. Sur la boule est attachée une plaque de fer ou de cuivre C, verticalement, haute de six pouces, & longue de huit ou dix pouces, & à laquelle le ressort est fixé; elle tourne librement sur la boule au gré du vent. Une girouette D fait tourner le cylindre; afin d'écarter la pluie, on la couvre d'une espèce de couvercle en entonnoir dont les rebords sont en EE. Dans l'intérieur du cylindre est un fil de laiton fixé au ressort renfermé dans la boule, & à l'autre extrémité, on suspend un index F qui glisse sur la règle graduée G, attachée au cylindre, pour faire connoître la force du vent. Cette graduation doit être relative à la force du ressort dont on a précédemment réglé les différens dégrés avec des poids d'une pesanteur connue.

Anémomètre du P. Beaudoux, de l'oratoire. Cette machine simple & ingénieuse consiste en une table ABNDN, sur laquelle sont tracées trois circonférences concentriques formant deux rigoles. Chacune de celles-ci est divisée en seize ou trente-deux cases, & chaque case est taillée en plan incliné, afin que le sable ne puisse pas s'arrêter. Cette table ainsi disposée est surmontée d'une verge de fer posée verticalement dans une crapaudine E, & assujettie en I dans un collet de cuivre. GH, girouette fixée en haut de la verge de fer EF; elle a une queue H, qui sert à faire équilibre. MM est une traverse élevée d'un pied sur la table. LL, deux vases de fer blanc ou de verre, placés aux extrémités de la traverse, & percé au fond P. On y adapte un tuyau PN de même matière, assez long pour atteindre, à quelqes lignes près sur la table. Ces tuyaux ne sont pas verticaux, mais l'un répond à la rigole intérieure, & l'autre à la rigole extérieure; on a mis deux vases afin de conserver l'équilibre.

Si ces deux vases sont remplis de sable, il coule dans les cases correspondantes aux vents indiqués par la girouette; on saura donc quels sont les vents qui ont régné, en examinant les cases qui contiennent du sable; & celles qui en contiendront le plus, indiqueront les vents qui ont dominé. Les chiffres 1, 2, 3, 4, &c. désignent des tiroirs qu'on peut mettre sous chaque case, pour avoir la facilité de vider le sable; & c'est pour cela que les cases sont taillées en plan incliné.

Cet anémomètre qui fut présenté, ainsi que le précédent, en 1777 à l'académie des sciences, par le P. Cotte, comme on le voit dans ses mémoires de météorologie, est représenté dans la *fig. 252* de ce dictionnaire.

Anémomètre de Lind. L'instrument que M. Lind a inventé pour connoître la force du vent, est très-simple. Il consiste dans une espèce de siphon où l'on a mis de l'eau, que la force du vent soufflant dans une branche, fait monter plus ou moins dans une autre. Mais comme l'eau est sujette à être glacée par le froid, & à être évaporée irrégulièrement, M. Magellan pense que l'on peut y substituer du mercure, en formant le siphon avec une courbure qui soit une portion d'un cercle plus grand, comme dans la *fig. 253*, qui en représente la section. Le bout S doit être fermé par en haut, & avoir une embouchure latérale, garnie d'une espèce d'entonnoir, pour recevoir une plus grande quantité de vent. Le bout de la branche R sera ouvert, & c'est dans celle-ci qu'on mettra une tige de bois léger, qui y flottera sur un petit bouchon de liège. Il est évident que si l'on fixe ce siphon à l'axe de la girouette, ensorte que l'embouchure en forme d'entonnoir soit toujours tourné du côté du vent, la verge légère qui flotte dans le bras opposé du siphon, doit marquer la violence du vent par un mouvement perpendiculaire à l'horison. Si on veut en faire un anémomètrographe, il ne s'agira que d'y ajouter un cercle horisontal, pour communiquer son mouvement au crayon du météorographe, qu'on y adaptera. *Voyez* BAROMÈTROGRAPHE, MÉTÉOROGRAPHE. *Voyez* aussi les *Transact. philos.* 65 *vol. n°.* 34.

Mais il y a encore d'autres moyens pour parvenir au même but; car si l'on met un ressort fait en spirale, autour de la tige de la girouette, ensorte qu'il soutienne un plan toujours opposé au vent qui souffle, il est évident que sa force ou vitesse sera connue par le moyen de la différente inclinaison de ce plan, qui doit avoir un coude, pour plier plus ou moins le ressort, afin de former des marques plus ou moins hautes sur la planche du météorographe qu'on voudroit adapter. On peut également employer aussi pour le même effet un petit moulin dont l'essieu horizontal fasser élever des poids différens, dans une progression arithmétique, pour exprimer les degrés de la violence de chaque vent; ou autrement, on peut faire ensorte que ce même axe fasse bander un ressort spiral, qui portera un crayon dont le mouvement vertical croîtra selon les degrés de la force du vent, &c. Mém. de M. Magellan, sur un nouveau baromètre. *Voyez* encore la description d'un anémomètre de M. Lemonosow, dans le volume II *des Commentaires nouveaux de l'Académie de Pétersbourg*, pag. 129.

M. d'Ons-en-Bray a décrit plusieurs anémomètres dans les mémoires de l'Académie des Sciences; l'un est à pendule & porte le nom d'ANÉMOMÉTROGRAPHE, *Voyez* ce mot. L'autre est *à fusée*; il l'avoit destiné a faire connoître la force absolue du vent; un *anémomètre à levier* pour déterminer la force relative du vent. La troisième espèce étoit une espèce de *romaine*; c'est celui dont on a vu la figure ci-dessus & qui est composé d'une planche d'un pied quarré, avec une tige qui presse

un ressort à boudin dans une boîte. La quatrième étoit pour l'usage de la navigation sur les vaisseaux. *Voyez* les *Mémoires de l'Académie* pour l'année 1734, pag. 124, & l'article Vent.

Anémométre musical. M. Delamanon décrit de la manière suivante cet instrument de pure curiosité, qu'il a imaginé. Il est principalement composé de vingt-un tuyaux, calibrés exprès dans certaines proportions, de manière que le vent entrant dans chaque tuyau, puisse donner successivement & en détail trois octaves. Le premier *ut* doit répondre à la force du vent frappant sur un pied quarré de surface, & soulevant un poids de cinq onces; *re* doit donner 10 onces; *mi* quinze onces, & ainsi de suite. Les notes de la seconde & de la troisième octave désigneront un poids qui augmente progressivement de trois onces en trois onces. De petites plaques, ajustées à des ressorts, feront qu'il n'y aura qu'un tuyau qui résonnera à la fois; & le tuyau qui s'ouvrira, fermera, par ce moyen, tous ceux qui lui sont inférieurs. Il sera facile alors de juger de la force du vent. Si on entend, par exemple, le *sol* de la première octave, on est averti que la force du vent est de 25 onces; le *si* de la seconde octave apprend que le vent tourne à la tempête, & on en fait les progrès en écoutant. Huit autres tuyaux, avec des sons aigres, & dirigés vers huit parties différentes du ciel, indiqueront la direction du vent. De sorte qu'on entendra toujours deux sons, dont l'un désignera la direction du vent, & l'autre son degré de force.

Anémomètre de M. Dalberg. M. Ch. de Dalberg s'est proposé de résoudre ce problême *anémométrique* : inventer un anémomètre qui marque la direction du vent & son inclinaison, à l'aide duquel on découvre facilement la force absolue & relative du vent, qui serve de mesure à tous les degrés de cette force, dont l'usage soit commode pour l'observateur, dont la construction ne soit pas dispendieuse, & dont le mécanisme ne soit pas sujet à se déranger facilement. Je ne le ferai point connoître ici, parce qu'il ne paroît pas qu'il ait été jusqu'à présent exécuté, même par celui qui l'a imaginé. Ceux qui seront curieux de le connoître, pourront avoir recours aux *observations sur la physique, l'histoire naturelle & les arts*, juin 1781, pag. 438: il est représenté dans plusieurs figures contenues dans deux planches.

Anémomètre à aîles verticales. Cet anémomètre, de l'invention de M. Brequin, est une espèce de moulin à vent avec six aîles renfermées dans une espèce de cage, composée de douze volets fixes: il est représenté dans la *figure* 254. Son premier axe est vertical, & il porte une roue de champ qui s'engrène dans une seconde roue, dont l'axe est horisontal, précisément comme les anémoscopes qui marquent les rumbs de vents. Celui-ci a un ressort fort élastique sur le second axe, dont un bout est attaché à l'axe & l'autre à un piton à vis, comme on le voit en *g*, *h*, le ressort donne à cet axe, de même qu'à celui des ailes, la liberté de faire une révolution, jamais plus; & il doit être d'une force, que le vent le plus fort qui tourne les ailes, ne le sera pas assez pour lui faire achever la révolution entière. C'est par le moyen de ce ressort, & avec une suite de poids proportionnés à la force du ressort & à la grandeur de l'instrument, que l'on marque les divisions sur le cadran. Ces poids doivent être successivement suspendus à un cordon *a b c d*, qui passe les dents de la seconde roue, & fait tourner l'index en raison de la quantité de chaque poids, jusqu'à la révolution entière, où il est arrêté par un piton *e f*; & lorsque toutes ces divisions sont tracées sur le cadran dans une suite régulière, ce cordon devient inutile. Huyghens, Mariotte, Belidor & Bouguer ont donné des tables où les degrés de force des vents qui frappent une surface d'une grandeur déterminée, sont comparés avec une suite régulière de *poids d'égale impulsion.*

Les divisions de l'anémomètre qu'on décrit actuellement, expriment la force comparative du vent, qui fait tourner les aîles & l'index jusqu'à un certain point, avec la quantité du poids qui a servi pour les faire tourner jusqu'au même point. Ceci est le principe général sur lequel cet instrument est construit, puisqu'il mesure & compare les diverses forces impulsives du vent avec celles de différentes quantités de poids. Or, il est évident que les diverses forces du vent, & les divers poids suspendus, dont l'une & l'autre font tourner l'index jusqu'à la même division du cadran, seront toujours en raison l'une de l'autre. Par là on est à même, dit M. Brequin, de comparer les degrés ou les forces respectives de divers vents entre eux, ainsi que leurs vîtesses, qui y sont toujours proportionnées: ce qui est si essentiel en météorologie, & plus nécessaire que de connoître la force absolue d'un vent quelconque en lui-même. Mais ces deux indications se réunissent par le moyen de cet anémomètre; car quoique le vent entre dans la cage sur une plus grande base que celle des aîles qui font tourner les roues & l'index, & que par là il semble que l'instrument doit marquer plus de vîtesse & de force que le vent n'en a réellement; cependant, si on considère que les frottemens du vent, ainsi que ses réflexions & ses répercussions réitérées contre les volets, doivent ralentir sa force & sa vîtesse, ensorte de faire une compensation, ou même de les rendre égales à celles d'un vent qui agiroit librement sur une surface égale à une des aîles quand elle est perpendiculaire au vent, on verra que la force absolue du vent doit être à-peu-près égale à la force impulsive du poids qui a servi à marquer cette division sur le cadran.

On vient de dire que les aîles de cet instrument, *figure* 255, sont logées dans une sorte de cage,

composée de douze volets fixes. Ces volets sont inclinés de 30 degrés sur le rayon prolongé ; & c'est l'inclinaison qui a paru la plus avantageuse, pour que de tel côté que le vent souffle, les aîles puissent successivement recevoir tout celui qui se dirige perpendiculairement sur elles, le corps de l'instrument restant fixe & immobile.

L'expérience ayant fait voir que pour diviser le cadran de cet anémomètre depuis quatre jusqu'à vingt degrés de vîtesse environ, le frottement produit par le poids de la roue à volet, de son axe, & de la roue dentée qui y est fixée, occasionneroit des différences, à la vérité peu considérables & de peu d'importance; car les vents foibles n'intéressent guère; on peut, pour plus grande précision, tracer ces premières divisions avec un *anémomètre à ressort à boudin*, comme celui de M. Bouguer, mais il doit être rectifié.

M. Bouguer dit, pag. 186 de sa *manœuvre des vaisseaux*, que « pour graduer ou diviser la verge C D, il faut que l'instrument soit presque entièrement construit : on le met dans une situation verticale, & on place successivement des poids plus ou moins grands sur le plan A B, qui se trouve alors horisontalement, &c. » M. Brequin a remarqué qu'afin que le plan & la verge puissent résister au choc d'un vent de 80 pieds de vîtesse par seconde, ces deux pièces doivent peser au moins 2 ½ onces de Paris, ce qui seul donne le choc d'un vent de plus de dix pieds de vîtesse. L'instrument étant vertical & voulant marquer un vent de dix pieds de vîtesse, il faut poser, suivant M. Bouguer, 2 ¼ onces sur le plan, qui étant joint à son propre poids & à celui de la verge, font 4 ¾ onces au moins, ce qui indique la force d'un vent d'un peu plus de quatorze pieds de vîtesse par seconde, tandis qu'on n'en marque que 10, & ainsi des autres vîtesses, &c. Lorsque les divisions sont tracées, & qu'on veut se servir de cet instrument, le tuyau qui étoit vertical, pour marquer les divisions, se trouve horisontal ; alors la pesanteur du plan & la verge n'agit plus que par le frottement, qui sans rouleaux, est à-peu-près le tiers du poids, & avec des rouleaux, ce tiers est dans le rapport du diamètre d'un axe de rouleau au diamètre d'un des rouleaux, ce qui est réduit à si peu de chose, qu'à l'anémomètre de M. Brequin, ce frottement est surmonté par 28 grains. Si donc, en divisant l'instrument, on a marqué 10 degrés là où il doit y en avoir 14, cela fait une différence sensible, qui influe plus ou moins sur toutes les divisions; or, la physique veut, comme la géométrie, le plus de précision qu'il est possible.

En tenant cet instrument à la main, comme le dit M. Bouguer, on n'est jamais assuré de le tenir horisontalement; s'il est oblique, que l'extrémité où est le plan soit plus élevée que son opposée, l'instrument marquera trop ; & s'il est oblique du sens contraire, il ne marquera point assez. Dans le premier cas, le poids du plan & de la verge agira sur le ressort ; & dans le second, ce poids dilatera ce ressort : outre cela, plus une surface est oblique dans un courant, moins elle reçoit de choc. Donc en observant avec cet instrument, il doit être horisontal. Il n'est guère possible de le mettre dans le courant du vent sans une girouette; n'y étant pas, le vent ne peut point agir avec toute sa force absolue. Les divisions étant fort près les unes des autres, & le vent agissant par secousse, on ne sait, par un grand vent, quel degré prendre pour le plus approchant ; & enfin, en tenant cet instrument devant soi, l'observateur est dans le courant du vent, ce qui produit une réflection qui empêche encore l'instrument de marquer juste.

Les changemens qui ont paru nécessaires à cet instrument, sont exprimés dans les figures qu'on va indiquer. A, B, C, D, *figures* 256 & 257, est un tuyau d'une forme quarrée, préférable à un rond, à cause que dans un quarré le ressort à boudin a moins de frottement. Ce tuyau est composé de quatre pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre. La première A, n'est qu'accessoire ; elle sert à porter une poulie E, sur laquelle passe un gros fil ciré, dont une extrémité est attaché au bout de la règle ou verge F ; & à l'autre on y fixe un bassin G de carton, suspendu avec du gros fil : c'est sur ce bassin qu'on pose les différens poids dont on a besoin pour marquer les degrés de vîtesse sur un cadran, & quand les divisions sont tracées, la poulie devient inutile. La seconde pièce B, est pour le jeu d'une partie de la verge F ; cette pièce de tuyau a sur deux de ses faces deux montans H, I, qui supportent une roue dentée K, qui s'engrène dans une crémaillère L, fixée sur la verge F, qui est de sapin, ou autre poids léger fendu & point scié, pour qu'elle ne se tourmente pas, & elle doit être très sèche. Sur le montant H, *figure* 258, est un cadran affermi par deux vis M, N; le centre de ce cadran est traversé par un des bouts de l'axe de la roue, & porte l'aiguille qui doit indiquer les degrés qu'on trace sur le cadran : on donne à ce cadran un diamètre de 8 à 9 pouces ; il suffit que ce diamètre donne une circonférence assez grande pour que les divisions ne soient point trop près les unes des autres : la roue dentée demande plus d'attention ; sa circonférence ne doit avoir qu'environ une ligne de plus que le jeu de la règle F; c'est pourquoi, avant de faire construire cette roue, il faut choisir un ressort à boudin dont tout au plus $\frac{1}{12}$ d'once ou 18 grains, puisse lui donner un mouvement de compression. Après avoir ajusté le fil qui doit passer sur la poulie, & y avoir suspendu le petit bassin de carton ; si l'on veut, par exemple, que la plus grande vîtesse qui doit être marquée sur le cadran, soit de 80 pieds, & que le plan soit un quarré de 6 pouces de roi de côté, ayant une livre de Paris, on cherche dans la table de M. Bouguer quel poids répond à la vîtesse de 80 pieds,

on

on trouve 9 livres trois onces, mais il ne doit y avoir que 9 livres, dont le quart est 2 livres 4 onces: on commence à marquer un trait de crayon sur la règle, à l'entrée du tuyau; ensuite on pose 2 livres 4 onces sur le bassin: ce poids fait entrer la règle dans le tuyau plus ou moins, suivant la force du ressort, tandis que ces 2 livres 4 onces sont suspendues. On marque encore à l'entrée du tuyau, un second trait sur la règle, après quoi on ôte le poids & on mesure la distance d'un trait à l'autre. Supposons qu'on trouve 5 pouces 9 lignes, on dit: si 22 donnent 7, combien donneront 5 pouces 9 lignes? on trouve 1 pouce 9 lignes $\frac{21}{22}$. Prenant $\frac{21}{27}$ pour un entier, on aura un pouce 10 lignes pour le diamètre de la roue, mais il ne faut lui donner que 1 pouce 9 lignes, afin que la dernière division n'arrive point jusqu'à la première, & surtout qu'elle ne l'excède point, car l'aiguille doit tout au plus ne faire qu'une révolution.

La troisième pièce C contient le ressort à boudin; elle a en *o*, un fond percé d'un orifice quarré, au travers duquel passe la règle fort aisément; tout à côté de ce fond sont deux petits rouleaux de cuivre *a b*, avec un petit rebord à chaque bout, entre lesquels la règle passe facilement, mais sans pouvoir s'écarter ni d'un côté ni d'un autre. Et la quatrième pièce D a aussi un fond en *P*, & deux rouleaux *c d*, comme les précédens. On sent bien que la distance d'un rouleau à l'autre, doit être un peu plus grande que l'épaisseur de la règle, afin qu'elle puisse passer librement entre deux.

A l'extrémité F de la règle, est fixé le plan Q R, qui doit être exposé au vent. Ce plan est formé d'un cadre de cuivre battu fort mince, ou de fer blanc, de 6 pouces de roi de côté. Ce cadre est soutenu par une croix S *s*, T *t* du même métal, dont le profil doit être dans la direction du vent, afin qu'il puisse mieux résister sans plier; ce cadre est couvert d'un fin taffetas ciré & cousu sur ce cadre, qui doit être percé près à près, pour y passer l'aiguille & le fil.

Sous le tuyau est une douille V X. Il y a en V, *figure* 259, un petit cone de cuivre comme une chappe d'aiguille de boussole, & il y a un petit cercle de cuivre soudé en X & percé dans le milieu, pour y passer une broche de fer emmanchée dans une hampe de bois; c'est sur cette broche que pose tout l'instrument autour de laquelle il tourne à tout vent par le moyen d'une girouette de toile cirée, placée à l'extrémité A, tendue sur un quart de cercle de baleine; le cadran fait aussi l'effet d'une girouette, du moins assez bien.

Lorsque cet instrument est presqu'achevé, & qu'il ne s'agit plus que de le diviser, on le pose sur une table bien horisontale, on ajuste le fil qui doit passer sur la poulie, on y attache le petit bassin de carton, & on pose successivement sur ce bassin, les différens poids qui sont indiqués dans la table de M. Bouguer, lorsqu'on a en main la livre de Paris, & que le plan a un pied quarré de superficie, comme celui de M. Van-Swinden; mais pour que l'instrument soit, comme dit M. Bouguer, le plus léger qu'il sera possible, on doit préférer comme lui, un demi-pied quarré, alors c'est le quart des poids marqués dans cette table qu'il faut prendre. On doit poser les poids légèrement, & à chaque pesée, il est bon de soulever aussi fort légèrement le bassin, & de le laisser baisser de même; ensuite on marque sur le cadran un point où l'aiguille s'est arrêtée le plus constamment; on continue de même jusqu'à la dernière division; cela fait, on tire du centre à ces points les lignes sur le champ du cadran, & on les écrit de 5 en 5.

Afin de diviser les degrés de vîtesse intermédiaires entre 5 & 5, sans employer des poids, on construira un triangle rectangle isocèle A B C, *figure* 260, dont les côtés A B, B C, soient chacun égaux au rayon de la circonférence sur laquelle les divisions doivent être tracées sur le cadran. Du point A pour centre avec une ouverture de compas égale à l'hypothénuse A C, il faut décrire un arc C D; après avoir prolongé indéfiniment le côté A B, on mène au point D, une tangente D E; on porte de D en F la plus grande des divisions de 5 en 5, qui est sur le cadran, & du point F, on mène à A D la parallèle F G, qui coupe l'arc D C en G. Cela fait, on divise l'arc D G en 5 parties égales aux points I, K, L, M, & on mène les rayons A I, A K, A L & A M. Ensuite on porte sur D F, successivement & chaque fois du point D, toutes les divisions du cadran de 5 en 5, par exemple, on porte celle de 0 en 5, de D en 5; celle de 5 en 10, de D en 10; celle de 10 en 15, de D en 15, & ainsi des autres. Cela fait, on mène des points 5, 10, 15, 20, &c. à la ligne A D des parallèles 5, 5, 10, 10, 15, 15, 20, 20, &c. qui coupent le rayon A G aux points 5, 10, 15, 20, 25, &c. De ces points, on mène à D E les parallèles 0, 5, 5, 10, 10, 15, 15, 20, 20, 25, &c. Ces lignes-ci coupent les rayons A I, A K, A L & A M aux points 1, 2, 3, 4; 6, 7, 8, 9; 11, 12, 13, 14; 16, 17, 18, 19, &c. Ce sont ces points qui donnent les divisions intermédiaires qu'on porte chacune là où cette figure l'indique.

Lorsqu'on veut observer avec ce cadran, on pose la hampe bien perpendiculairement dans un endroit où le vent soit libre, & l'instrument doit être un peu plus élevé que la hauteur d'un homme; on s'éloigne de quelques pas, & on observe le degré que l'aiguille indique.

On pourroit faire contenir les vîtesses par secondes, par minutes & par heures; mais comme cela entraîneroit une espèce de confusion avec les chocs par pieds & par toises quarrés, on peut ne

composée de douze volets fixes. Ces volets sont inclinés de 30 degrés sur le rayon prolongé ; & c'est l'inclinaison qui a paru la plus avantageuse, pour que de tel côté que le vent souffle, les aîles puissent successivement recevoir tout celui qui se dirige perpendiculairement sur elles, le corps de l'instrument restant fixe & immobile.

L'expérience ayant fait voir que pour diviser le cadran de cet anémomètre depuis quatre jusqu'à vingt degrés de vîtesse environ, le frottement produit par le poids de la roue à volet, de son axe, & de la roue dentée qui y est fixée, occasionneroit des différences, à la vérité peu considérables & de peu d'importance ; car les vents foibles n'intéressent guère ; ou peut, pour plus grande précision, tracer ces premières divisions avec un *anémomètre à ressort à boudin*, comme celui de M. Bouguer, mais il doit être rectifié.

M. Bouguer dit, pag. 186 de sa *manœuvre des vaisseaux*, que « pour graduer ou diviser la verge C D, il faut que l'instrument soit presque entièrement construit : on le met dans une situation verticale, & on place successivement des poids plus ou moins grands sur le plan A B, qui se trouve alors horisontalement, &c. » M. Brequin a remarqué qu'afin que le plan & la verge puissent résister au choc d'un vent de 80 pieds de vitesse par seconde, ces deux pièces doivent peser au moins 2 $\frac{1}{2}$ onces de Paris, ce qui seul donne le choc d'un vent de plus de dix pieds de vitesse. L'instrument étant vertical & voulant marquer un vent de dix pieds de vîtesse, il faut poser, suivant M. Bouguer, 2 $\frac{1}{4}$ onces sur le plan, qui étant joint à son propre poids & à celui de la verge, font 4 $\frac{3}{4}$ onces au moins, ce qui indique la force d'un vent d'un peu plus de quatorze pieds de vîtesse par seconde, tandis qu'on n'en marque que 10, & ainsi des autres vîtesses, &c. Lorsque les divisions sont tracées, & qu'on veut se servir de cet instrument, le tuyau qui étoit vertical, pour marquer les divisions, se trouve horisontal ; alors la pesanteur du plan & la verge n'agit plus que par le frottement, qui sans rouleaux, est à-peu-près le tiers du poids, & avec des rouleaux, ce tiers est dans le rapport du diamètre d'un axe de rouleau au diamètre d'un des rouleaux, ce qui est réduit à si peu de chose, qu'à l'anémomètre de M. Brequin, ce frottement est surmonté par 28 grains. Si donc, en divisant l'instrument, on a marqué 10 dégrés là où il doit y en avoir 14, cela fait une différence sensible, qui influe plus ou moins sur toutes les divisions ; or, la physique veut, comme la géométrie, le plus de précision qu'il est possible.

En tenant cet instrument à la main, comme le dit M. Bouguer, on n'est jamais assuré de le tenir horisontalement ; s'il est oblique, que l'extrémité où est le plan soit plus élevée que son opposée, l'instrument marquera trop ; & s'il est oblique du sens contraire, il ne marquera point assez. Dans le premier cas, le poids du plan & de la verge agira sur le ressort ; & dans le second, ce poids dilatera ce ressort : outre cela, plus une surface est oblique dans un courant, moins elle reçoit de choc. Donc en observant avec cet instrument, il doit être horisontal. Il n'est guère possible de le mettre dans le courant du vent sans une girouette ; n'y étant pas, le vent ne peut point agir avec toute sa force absolue. Les divisions étant fort près les unes des autres, & le vent agissant par secousse, on ne sait, par un grand vent, quel degré prendre pour le plus approchant ; & enfin, en tenant cet instrument devant soi, l'observateur est dans le courant du vent, ce qui produit une réflection qui empêche encore l'instrument de marquer juste.

Les changemens qui ont paru nécessaires à cet instrument, sont exprimés dans les figures qu'on va indiquer. A, B, C, D, *figures* 256 & 257, est un tuyau d'une forme quarrée, préférable à un rond, à cause que dans un quarré le ressort à boudin a moins de frottement. Ce tuyau est composé de quatre pièces qui s'emboîtent l'une dans l'autre. La première A, n'est qu'accessoire ; elle sert à porter une poulie E, sur laquelle passe un gros fil ciré, dont une extrémité est attaché au bout de la règle ou verge F ; & à l'autre on y fixe un bassin G de carton, suspendu avec du gros fil : c'est sur ce bassin qu'on pose les différens poids dont on a besoin pour marquer les degrés de vitesse sur un cadran, & quand les divisions sont tracées, la poulie devient inutile. La seconde pièce B, est pour le jeu d'une partie de la verge F ; cette pièce de tuyau a sur deux de ses faces deux montans H, I, qui supportent une roüe dentée K, qui s'engrène dans une crémaillère L, fixée sur la verge F, qui est de sapin, ou autre poids léger fendu & point scié, pour qu'elle ne se tourmente pas, & elle doit être très sèche. Sur le montant H, *figure* 258, est un cadran affermi par deux vis M, N ; le centre de ce cadran est traversé par un des bouts de l'axe de la roue, & porte l'aiguille qui doit indiquer les degrés qu'on trace sur le cadran : on donne à ce cadran un diamètre de 8 à 9 pouces ; il suffit que ce diamètre donne une circonférence assez grande pour que les divisions ne soient point trop près les unes des autres : la roue dentée demande plus d'attention ; sa circonférence ne doit avoir qu'environ une ligne de plus que le jeu de la règle F ; c'est pourquoi, avant de faire construire cette roue, il faut choisir un ressort à boudin dont tout au plus $\frac{1}{2}$ d'once ou 18 grains, puisse lui donner un mouvement de compression. Après avoir ajusté le fil qui doit passer sur la poulie, & y avoir suspendu le petit bassin de carton ; si l'on veut, par exemple, que la plus grande vîtesse qui doit être marquée sur le cadran, soit de 80 pieds, & que le plan soit un quarré de 6 pouces de roi de côté, ayant une livre de Paris, on cherche dans la table de M. Bouguer quel poids répond à la vîtesse de 80 pieds, on

on trouve 9 livres trois onces, mais il ne doit y avoir que 9 livres, dont le quart est 2 livres 4 onces: on commence à marquer un trait de crayon sur la règle, à l'entrée du tuyau; ensuite on pose 2 livres 4 onces sur le bassin : ce poids fait entrer la règle dans le tuyau plus ou moins, suivant la force du ressort, tandis que ces 2 livres 4 onces sont suspendues. On marque encore à l'entrée du tuyau, un second trait sur la règle, après quoi on ôte le poids & on mesure la distance d'un trait à l'autre. Supposons qu'on trouve 5 pouces 9 lignes, on dit: si 22 donnent 7, combien donneront 5 pouces 9 lignes ? on trouve 1 pouce 9 lignes $\frac{21}{22}$. Prenant $\frac{21}{27}$ pour un entier, on aura un pouce 10 lignes pour le diamètre de la roue, mais il ne faut lui donner que 1 pouce 9 lignes, afin que la dernière division n'arrive point jusqu'à la première, & surtout qu'elle ne l'excède point, car l'aiguille doit tout au plus ne faire qu'une révolution.

La troisième pièce C contient le ressort à boudin; elle a en *o*, un fond percé d'un orifice quarré, au travers duquel passe la règle fort aisément; tout à côté de ce fond sont deux petits rouleaux de cuivre *a b*, avec un petit rebord à chaque bout, entre lesquels la règle passe facilement, mais sans pouvoir s'écarter ni d'un côté ni d'un autre. Et la quatrième pièce D a aussi un fond en *P*, & deux rouleaux *c d*, comme les précédens. On sent bien que la distance d'un rouleau à l'autre, doit être un peu plus grande que l'épaisseur de la règle, afin qu'elle puisse passer librement entre deux.

A l'extrémité F de la règle, est fixé le plan Q R, qui doit être exposé au vent. Ce plan est formé d'un cadre de cuivre battu fort mince, ou de fer blanc, de 6 pouces de roi de côté. Ce cadre est soutenu par une croix S *s*, T *t* du même métal, dont le profil doit être dans la direction du vent, afin qu'il puisse mieux résister sans plier; ce cadre est couvert d'un fin taffetas ciré & cousu sur ce cadre, qui doit être percé près à près, pour y passer l'aiguille & le fil.

Sous le tuyau est une douille V X. Il y a en V, *figure* 259, un petit cone de cuivre comme une chappe d'aiguille de boussole, & il y a un petit cercle de cuivre soudé en X & percé dans le milieu, pour y passer une broche de fer emmanchée dans une hampe de bois; c'est sur cette broche que pose tout l'instrument autour de laquelle il tourne à tout vent par le moyen d'une girouette de toile cirée, placée à l'extrémité A, tendue sur un quart de cercle de baleine; le cadran fait aussi l'effet d'une girouette, du moins assez bien.

Lorsque cet instrument est presqu'achevé, & qu'il ne s'agit plus que de le diviser, on le pose sur une table bien horisontale, on ajuste le fil qui doit passer sur la poulie, on y attache le petit bassin de carton, & on pose successivement sur ce bassin, les différens poids qui sont indiqués dans la table de M. Bouguer, lorsqu'on a en main la livre de Paris, & que le plan a un pied quarré de superficie, comme celui de M. Van-Swinden; mais pour que l'instrument soit, comme dit M. Bouguer, le plus léger qu'il sera possible, on doit préférer comme lui, un demi-pied quarré, alors c'est le quart des poids marqués dans cette table qu'il faut prendre. On doit poser les poids légèrement, & à chaque pesée, il est bon de soulever aussi fort légèrement le bassin, & de le laisser baisser de même; ensuite on marque sur le cadran un point où l'aiguille s'est arrêtée le plus constamment; on continue de même jusqu'à la dernière division; cela fait, on tire du centre à ces points les lignes sur le champ du cadran, & on les écrit de 5 en 5.

Afin de diviser les degrés de vîtesse intermédiaires entre 5 & 5, sans employer des poids, on construira un triangle rectangle isocèle A B C, *figure* 260, dont les côtés A B, B C, soient chacun égaux au rayon de la circonférence sur laquelle les divisions doivent être tracées sur le cadran. Du point A pour centre avec une ouverture de compas égale à l'hypothénuse A C, il faut décrire un arc C D; après avoir prolongé indéfiniment le côté A B, on mène au point D, une tangente D E; on porte de D en F la plus grande des divisions de 5 en 5, qui est sur le cadran, & du point F, on mène à A D la parallèle F G, qui coupe l'arc D C en G. Cela fait, on divise l'arc D G en 5 parties égales aux points I, K, L, M, & on mène les rayons A I, A K, A L & A M. Ensuite on porte sur D F, successivement & chaque fois du point D, toutes les divisions du cadran de 5 en 5, par exemple, on porte celle de 0 en 5, de D en 5; celle de 5 en 10, de D en 10; celle de 10 en 15, de D en 15, & ainsi des autres. Cela fait, on mène des points 5, 10, 15, 20, &c. à la ligne A D des parallèles 5, 5, 10, 10, 15, 15, 20, 20, &c. qui coupent le rayon A G aux points 5, 10, 15, 20, 25, &c. De ces points, on mène à D E les parallèles 0, 5, 5, 10, 10, 15, 15, 20, 20, 25, &c. Ces lignes-ci coupent les rayons A I, A K, A L & A M aux points 1, 2, 3, 4; 6, 7, 8, 9; 11, 12, 13, 14; 16, 17, 18, 19, &c. Ce sont ces points qui donnent les divisions intermédiaires qu'on porte chacune là où cette figure l'indique.

Lorsqu'on veut observer avec ce cadran, on pose la hampe bien perpendiculairement dans un endroit où le vent soit libre, & l'instrument doit être un peu plus élevé que la hauteur d'un homme; on s'éloigne de quelques pas, & on observe le degré que l'aiguille indique.

On pourroit faire contenir les vîtesses par secondes, par minutes & par heures; mais comme cela entraîneroit une espèce de confusion avec les chocs par pieds & par toises quarrés, on peut ne

marquer que les vîtesses, & avoir dans son cabinet une table où toutes ces autres divisions répondent; ce qui est plus simple, & suffit.

M. Van-Swinden a divisé le sien par des onces; les vîtesses ont paru préférables à quelques autres; cependant cela revient au même pour un observateur qui a une table dont les onces répondent aux vîtesses du vent.

Pour rendre cet anémomètre plus simple, on peut, au lieu de la roue dentée & de sa cremaillère, mettre à la place de la roue une poulie Z, *figure* 261, de même diamètre; rouler un fil autour & qui se croise en bas; les bouts de ce fil étant attachés l'un en U, l'autre en Y, mais point trop serré sur la poulie, afin que son jeu soit fort libre; la règle ne peut se mouvoir sans faire tourner la poulie, qui ayant une aiguille sur un des bouts de son axe, marquera aussi juste que la roue dentée.

ANÉMOMÉTROGRAPHE. C'est un instrument qui sert à décrire, même en l'absence de l'observateur, les différentes directions des vents qui ont lieu successivement, leur durée principalement, & même si l'on veut, leur vîtesse. Quoiqu'au premier coup-d'œil, il paroisse très-difficile qu'un instrument puisse tenir compte de la durée d'un phénomène, tel que le vent, du temps qu'il souffle; néamoins la physique moderne est venue à bout d'exécuter des instrumens de ce genre, avec le secour de l'horlogerie. On verra à l'article BAROMÉTROGRAPHE, qu'il existe des instrumens qui décrivent exactement sur un papier l'heure ou plutôt la minute durant laquelle le baromètre étoit à telle hauteur ou à telle autre; de manière que si un observateur exact & attentif, avoit continuellement examiné & écrit les variations successives du baromètre, à chaque minute, pendant 24 heures & même pendant huit ou quinze jours, on trouveroit absolument conforme les deux registres, celui de l'observateur & celui de l'anémométrographe. On pense bien que la porte principale de cet instrument est une pendule & un crayon qui marque des points sur une longue bande de papier, divisée en heures, en minutes, & qui se déroule successivement; &c.

M. d'Ons-en-Brai a proposé un anémométrographe dans les *mémoires de l'académie des sciences*, année 1734, pag. 124: il l'appelle *anémomètre à pendule*. Cet instrument est tellement construit qu'il marque sur un papier, avec la plus grande précision, tous les changemens survenus dans la direction, & dans la vitesse, l'heure & l'instant de ces changemens, conséquement leur durée.

Il y a encore un instrument de ce genre qu'on doit à Leipold. On en voit un autre dans les *observations sur la physique, l'histoire naturelle & les arts*, année 1780; il est de M. Changeux à qui on doit aussi un barométrographe. *Voyez* les mots BAROMÉTROGRAPHE; MÉTÉOROGRAPHE; MÉTÉOROGRAPHIQUES.

ANÉMOSCOPE. Ce mot a plusieurs acceptions, selon différens auteurs; la plus usitée est de signifier un instrument qui indique sans mesure précise les directions & les forces des vents, tandis que l'anémomètre montre avec exactitude les degrés & parties de degrés qui ont rapport à ces objets. Pour comparer entr'elles les directions & les forces des vents des différens pays & des diverses saisons dans la même contrée, il faut avoir des *anémomètres*; des *anémoscopes* suffisent pour en être instruit à-peu-près. Une girouette n'est qu'un anémoscope; un corps léger, lancé en l'air, afin de connoître la vîtesse du vent & en conclure sa force, n'est qu'un anémoscope, ainsi que tout instrument de ce genre, qui désignera la chose sans précision & sans mesure. On sait que Mariotte jetoit une plume contre l'effort du vent, & mesuroit ensuite l'espace qui avoit été parcouru dans un temps déterminé, par exemple, quelques secondes, une minute &c. Mais ce moyen est bien imparfait, ainsi que les conséquences qu'il en tiroit: on ne pouvoit avoir que des à-peu-près, en opérant de cette manière.

Il y en a qui ont cru que par le mot d'anémoscope, on devoit entendre tout ce qui sert à prédire les variations de vents, ou les changemens de temps. D'après ce que dit Vitruve, il paroît que les anciens avoient quelques espèces d'instrumens de ce genre; mais on sent qu'ils devoient être bien imparfaits & bien capables d'induire en erreur.

D'autres, comme Stone, ont appelé *anémoscope*, un instrument propre à indiquer les différens degrés d'humidité & de sécheresse; mais c'est très-mal à propos qu'il a donné cette acception; car c'est le propre de l'hygromètre de marquer le plus ou moins d'humidité de l'air. Rien n'est même plus ridicule que de prétendre, comme quelques-uns, que les boyaux d'un chat qui peuvent être des hygroscopes, peuvent être aussi des anémoscopes, & annoncer d'avance les variations du vent.

L'anémoscope d'Otto de Guericke n'en est pas un; il indiquoit seulement d'avance les variations de la pesanteur de l'air; & M. Lomiers dit avec raison qu'il n'étoit qu'une application du baromètre ordinaire. (*Act. Erud.* 1684, pag. 26.) En effet, il consistoit dans une petite figure d'homme en bois, qui s'élevoit ou descendoit dans un tube de verre, en partie plein de liquide, selon que l'air devenoit plus ou moins pesant, & indiquoit avec le doigt, sur une échelle divisée, les différens degrés d'élévation ou d'abaissement.

Il y en a qui donnent le nom d'*anémomoscope*, aux *anémomètres*, alors ce sont deux synonymes: Ozanam a employé ainsi cette dénomination. Ce mot est composé d'*ανεμος, vent*, & de *σκεπτομαι, je considère*.

ANFRACTUOSITÉ. Se dit d'une surface inégale & tortueuse.

ANIMÉ. On dit qu'un corps est animé par une force, par exemple, par une force accélératrice, lorsque cette force lui étant appliquée, il se meut ou tend à se mettre en mouvement.

ANGLE. C'est l'ouverture formée par deux lignes qui se rencontrent en un point qn'on nomme sommet de l'angle. Ainsi dans la *fig.* 30, les deux lignes A B, B C, forment un angle dont le sommet est en B, au point de concours.

On ne doit pas dire en général qu'un angle est l'espace renfermé entre deux lignes qui se coupent en un point; car des angles peuvent être égaux & renfermer néanmoins une surface plus ou moins grande. L'inspection seule de la *fig.* 31 le démontre; car l'angle D B E est égale à l'angle A B C, & l'espace compris dans le premier angle, est bien plus grand que celui du second dont les deux côtés sont plus petits.

Un angle quelconque rectiligne est mesuré par l'arc de cercle décrit du sommet comme centre, & compris entre les côtés; l'angle F G H est mesuré par la portion de l'arc F H, (*fig.* 32,) renfermé entre les deux côtés F G, G H, l'arc étant décrit du point G; le nombre des degrés de l'angle est le même absolument que celui des degrés de l'arc.

On entendra encore mieux ceci, lorsqu'on se rappelera qu'on a divisé tout cercle, quel qu'il soit, en 360 parties ou degrés; conséquemment la moitié en 180 degrés, le quart du cercle en 90 parties, la sixième partie en 60 degrés, &c. & chaque degré en 60 minutes, chaque minute en 60 secondes; les secondes en 60 tierces, & ainsi de suite. L'angle I K L, *fig.* 33, étant mesuré par le quart de la circonférence K L, sera donc de 90 degrés; l'angle M I N, comprenant la sixième partie de la circonférence entre ses côtés, sera donc de 60 degrés, &c.

On divise les angles de différentes manières. 1°. En rectilignes & curvilignes. 2°. En angles droits, aigus & obtus. 3°. &c. &c.. Nous allons parler de ceux qui sont le plus d'usage en physique

L'ANGLE AIGU est celui donc l'arc qui est entre ses côtés a moins de 90 degrés. Dans la *fig.* 33, l'angle M I N est aigu, parce que l'arc M N est moindre que l'arc K N qui est de 90 degrés, quart de la circonférence. Il en est de même de l'arc M I K.

L'ANGLE DROIT a pour mesure le quart de la circonférence ou 90 degrés; l'angle K I L est donc un angle droit, puisque si du sommet I, on décrit le cercle K L N M K, on verra qu'entre ses deux côtés K I, I L est compris un arc de 90 degrés. *fig.* 33.

L'ANGLE OBTUS est celui qui est plus grand que l'angle droit, de l'écartement de ses côtés, contient un arc de cercle qui a plus de 90 degrés. Nous supposons toujours que le cercle est décrit du sommet de l'angle comme centre. Dans la *fig.* 33, l'angle M I L est un angle obtus; il renferme entre ses côtés, non seulement l'angle K I L qui est droit, mais encore l'angle M I K qui est aigu.

L'ANGLE RECTILIGNE est formé par deux lignes droites tels sont tous les angles de la *fig.* 33.

L'ANGLE CURVILIGNE est formé par deux lignes courbes; l'angle o p q, *fig.* 34, est composé de deux lignes courbes o p, p q qui se rencontrent au point p.

L'ANGLE MIXTILIGNE a un côté droit, & l'autre courbe; tel est l'angle R S T, *fig.* 35.

Nous avons cru plus à propos de ranger de suite les espèces d'angles qui avoient des rapports entr'eux, & dont les définitions s'éclairoient mutuellement, que de suivre rigoureusement l'ordre alphabétique, de mettre, par exemple, l'angle curviligne après l'angle aigu immédiatement, &c.

On divise encore l'angle, 1°. en angle d'incidence & en angle de réflexion; 2°. en angle d'incidence & de réfraction.

1°. ANGLE D'INCIDENCE, est celui qui est formé par la ligne de direction d'un mobile, qui tombe sur un plan, & par le plan lui même; l'angle D C A, *fig.* 36, est un angle d'incidence, car il est formé par la ligne D C que suit le mobile M dirigé vers le plan A B, & par le plan A C B. La portion de cercle comprise entre A & D, (le cercle étant décrit du point C,) mesure l'angle d'incidence D C A. On appelle ligne d'incidence la ligne D C.

ANGLE DE RÉFLEXION. C'est l'angle formé par un plan & par la nouvelle direction d'un corps élastique qui est réfléchi ou qui rebondit de la surface de ce plan, après l'avoir frappé. L'expérience prouve qu'un corps élastique M, (*fig.* 36) après avoir frappé en C le plan A C B, est réfléchi par la ligne C E. Cette ligne de réflexion C E, forme avec C B un angle de réflexion B C E; lequel, en ne considérant que la théorie, est égal à l'angle d'incidence D C A. *Voyez* RÉFLEXION, MOUVEMENT RÉFLÉCHI.

2°. ANGLE D'INCIDENCE, considéré *non relativement à un plan réfléchissant*, comme au N°. I; *mais par rapport à un milieu refringent*, *& par opposition à l'angle de réfraction*, est un angle formé par la ligne d'incidence & la perpendiculaire sur la surface du milieu refringent, tirée par le point d'incidence. Si la direction du mobile est perpendiculaire au plan du milieu, la ligne d'incidence, & la perpendiculaire se confondant, il n'y a point d'angle d'incidence, & conséquemment aucun angle

de réfraction ; c'est pourquoi la direction du mobile doit toujours être oblique à la superficie du milieu réfringent. Ainsi M G K, (*fig.* 37) formé par la ligne de direction M G, (qui est oblique à la surface du milieu réfringent H G I), & par la perpendiculaire, à la surface du milieu qui passe par le point d'incidence G ; cet angle M G K, dis-je, est l'angle d'incidence. Sa mesure est donnée par l'arc M K, & le nombre des degrés contenus dans M K, sert à évaluer cet angle d'incidence.

ANGLE DE RÉFRACTION ; c'est l'angle formé par la nouvelle direction que prend un mobile en passant d'un milieu dans un autre plus ou moins pénétrable, & par la perpendiculaire mené sur le plan qui sépare les deux milieux. Le mobile M ayant tenu la route M G, *fig.* 37, arrivé au point G, tend à pénétrer le nouveau milieu qui se présente, & dont la surface est H I. Alors, comme ce milieu est plus ou moins pénétrable par la supposition, il ne continuera pas de décrire la ligne G L, mais il s'en éloignera, en suivant une nouvelle direction G M, plus proche de la perpendiculaire K R, si le nouveau milieu est plus pénétrable pour ce mobile. Si aucontraire le nouveau milieu est moins pénétrable que l'autre, dans ce cas, le changement de direction se fera en s'éloignant de la perpendiculaire K R, & suivra, par exemple, la ligne G N, dans la première hypothèse, l'angle M G R est l'angle de réfraction, plus petit que l'angle d'incidence K G M. Dans la seconde supposition, l'angle N G R est l'angle de réfraction, plus grand que l'angle d'incidence K G M, ce qu'on apperçoit évidemment en comparant cet angle N G R, avec l'angle L G R, égal à l'angle d'incidence K G M, puisqu'ils sont opposés au sommet.

Si on tire une balle de mousquet de l'air dans l'eau, c'est à dire, d'un milieu plus pénétrable, dans un autre qui l'est moins, & dans l'hypothèse d'un milieu plus rare, dans un milieu plus dense, la détractation, la réfraction se fera en s'éloignant de la perpendiculaire K G R, &le mobile suivra la nouvelle direction C N, & non le prolongement de l'ancienne route G L. Si aucontraire cette balle tendoit à sortir de l'eau dans l'air, par la ligne N G, elle ne continueroit pas à se mouvoir par la ligne G P, mais par une nouvelle direction G M, qui formeroit une ligne brisée, rompue, réfractée, telle qu'est la ligne totale N G M. Cette ligne G M forme, avec la perpendiculaire K G, un angle de réfraction K G M, qui est plus petit que l'angle K G P, égal à l'angle d'incidence N G R. Le mobile, dans ce cas, s'est donc approché de la perpendiculaire, pendant sa réfraction. *Voyez* RÉFRACTION, MOUVEMENT RÉFRACTÉ.

Les rayons de lumière, en passant obliquement d'un milieu plus attirant, dans un milieu moins attirant ou réciproquement, se brisent & éprouvent une réfraction qui se fait dans un ordre contraire à celui qu'observent tous les autres corps, c'est à dire, que si un corps quelconque & un rayon de lumière passent obliquement de l'air dans l'eau, par exemple, le corps s'éloignera de la perpendiculaire, & le rayon de lumière s'en approchera au contraire. L'inverse aura lieu si le passage se fait de l'eau dans l'air. Le rayon de lumière s'éloignera de la perpendiculaire, tandis que le mobile s'en approchera. *Voyez* l'article DIOPTRIQUE, RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE ; LUMIÈRE.

ANGLE LOXODROMIQUE ; c'est l'angle que forme la ligne que décrit sur mer un vaisseau avec la ligne méridienne. Cet objet appartient aux mathématiques. M. de Maupertuis à donné dans les *mémoires de l'académie* de paris, 1744, un mémoire sur les propriétés de la *loxodromie*.

ANGLE PARALLACTIQUE. *Voyez* PARALLAXE.

ANGLE RENTRANT : c'est celui dont le sommet entre dans une figure, l'angle B A C est un angle rentrant dans le pentagone A B D E C, *fig.* 38.

ANGLE SAILLANT ; est celui qui sort d'une figure ; tel est l'angle G F H, qui est hors de la *figure*, 39, I G F H. On se sert beaucoup de ces expressions dans l'art des fortifications ; on les emploie encore lorsqu'il s'agit de la disposition des chaînes de montagnes ; car il y a une correspondance frappante entre les angles saillans & les angles rentrans, de deux chaînes de montagnes qui sont opposées l'une à l'autre.

ANGLES *correspondant*, *alterne*, *adjacent*, *central*, *de contingence*, *inscrit*, *circonscrit*, *du segment*, &c &c &c. sont des angles dont on trouve les définitions dans tous les Elémens de géométrie, & qui sont étrangers à un dictionnaire de physique.

ANGLES OPPOSÉS AU SOMMET. Si les deux angles A E, B D, (*figure* 40) s'entrecoupent au point C, les angles A C B & D C E, sont opposés au sommet, & ils sont égaux entr'eux, comme on le démontre en géométrie ; parce que si du sommet C, on décrit la circonférence A B E D, l'arc A B sera la mesure de l'angle A C B, comme l'arc D E mesurera l'arc D C E. Or, ces deux arcs sont égaux ; puisque si on ajoute à chacun d'eux l'arc A D, la somme sera de 180 degrés, mesure de la demi-circonférence. Donc si on retranche cette partie commune A D, de ces deux sommes, les restes, c'est à dire, les angles seront égaux.

ANGLES DE L'ŒIL ; ce sont les angles que forment entr'elles la paupiere supérieure, & la paupiere inférieure, à leur point de réunion : à chaque œil il y a deux angles ; l'un nommé le grand angle, l'angle interne le *grand canthus*, est celui qui est près du nez ; l'autre nommé le petit angle,

l'angle externe, le *petit canthus*, est près des tempes.

Angles visuels, angles optiques. Ces deux synonymes signifient les angles sous lesquels on voit les objets qui se présentent à nos regards: ces angles sont nécessairement formés par les rayons de lumière qui font réfléchir des extrémités de chaque objet vers notre œil, & se croisent dans la prunelle. Dans la *figure* 41, l'angle A E B, est l'angle visuel sous lequel on voit la fléche A B, à la distance où elle est de l'œil; il est formé par les denx rayons lumineux A E, B E, qui sont réfléchis des extrémités supérieure A & inférieure de la flèche A B, & qui vont ensuite se croiser en E dans la prunelle.

Ces rayons, après leur point d'intersection en E, continuent leur route & vont peindre au fond de l'œil l'image des extrémités de l'objet apperçu. C'est au point *a*, que sera peinte l'image du bout A, & au point *b*, celle du bout B. Mais comme l'angle *a* E *b*, est égal à l'angle A E B, puisqu'ils sont opposés aux sommets, il s'ensuit que la grandeur de l'image *a b*, servira à nous faire connoître la grandeur A B.

Si la flèche étoit plus grande, & placée à la même distance, l'angle visuel seroit, dans ce cas, C E D, égal à l'angle D E C, & la peinture de l'objet sur l'œil seroit proportionnellement plus grande, elle occuperoit l'espace d c; conséquemment on jugeroit l'objet plus grand. Si on supposoit que la flèche fût plus petite; par exemple, de la longueur F g, l'angle optique étant plus petit, l'image n'auroit alors que l'étendue g f, beaucoup moindre, & on évalueroit par ce moyen la hauteur de l'objet F G. L'angle optique, formé par les rayons qui servent de limites aux objets, nous sert donc à mesurer de la grandeur des objets, puisqu'il est d'autant plus grand ou plus petit, que la hauteur des objets a plus ou moins d'étendue. Il en est de même des autres dimensions, par exemple, de la largeur d'un objet. Pour en être convaincu, il n'y a qu'à placer la *figure* 41; de sorte que l'objet A B ne soit plus perpendiculaire, mais parallèle à l'horison: il en est de même de la longueur.

Maintenant, supposons (*fig.* 42) que l'objet A B soit transporté en H I; à ce point d'éloignement, quoique la longueur de l'objet n'ait pas changé, l'angle visuel sera plus petit; cet angle H E I, étant moins grand que l'angle A E B; car si on prolongeoit E A, jusqu'en H, & E B, jusqu'en I, & qu'on décrivît du centre E une circonférence avec le rayon H E, on verroit évidemment que l'angle visuel H E I seroit contenu dans l'autre, & conséquemment qu'il seroit plus petit: l'apparence optique de l'objet seroit donc proportionnellement diminuée; elle ne seroit plus que *h i*, au lieu de *a b*, & ainsi de suite, en reculant l'objet A B, au delà de H I, à d'autres distances successivement plus grandes. Nous voyons donc les objets d'autant plus petits, que les angles optiques ou visuels sont eux-mêmes plus petits; & ces objets nous paroissent au contraire d'autant plus grands, que les angles visuels ont leurs cotés plus écartés, c'est-à-dire, contiennent un plus grand nombre de degrés.

Les principes que nous venons de développer, doivent s'appliquer de même à la distance qu'il y a entre deux objets: car on peut considérer, dans la *figure* 41, par exemple, les extrémités A & B, comme s'ils étoient réellement deux objets séparés, on peut supprimer dans la figure la portion F G; alors on jugera par les angles optiques de l'intervalle qui est entre les deux objets; intervale qui est une distance comme dans la supposition précédente il étoit une hauteur ou largeur. Cette considération nous paroît beaucoup simplifier ce qui regarde la manière de juger des distances qui sont entre deux objets, en rapportant celles-ci aux simples grandeurs.

Si on fait le même raisonnement sur les deux objets C, D (*fig.* 41) on jugera de même de leur distance, & on prononcera que leur éloignement respectif est plus grand que celui de A & B parce que l'angle visuel C E D, est plus grand que l'angle A E B. Aussi les peintures des objers au fond de l'œil, seront-elles proportionnellement plus distantes; *d* étant plus éloigné de *c*, que *b* ne l'est de *a*.

La figure suivante est bien propre à faire encore mieux sentir la vérité de ce qu'on vient de dire, par l'application de principes à des objets qu'on a tous les jours sous les yeux. Supposons une allée d'arbres rangés parallèlement entr'eux, & que l'œil en soit à une extrémité, par exemple, en o, *figure* 43, il est certain que le premier angle visuel 1 o 1 est plus grand que l'angle visuel 2 o 2, & ainsi de suite, puisqu'ils ont un sommet commun, & que les uns sont contenus progressivement dans les autres. Ces angles optiques nous feront donc juger que la distance 1, 1 est plus grande que la distance 2, 2, celle-ci plus grande que 3, 3, & ainsi jusqu'à 6, 6. Tous ces arbres nous paroîtront d'autant plus écartés entr'eux, qu'ils seront plus près de l'œil, & d'autant moins distans, qu'ils seront plus éloignés de l'observateur. Cette avenue paroîtra donc plus étroite vers la dernière extrémité; & si elle avoit une grande étendue, on croiroit que les deux rangs d'arbres seroient deux lignes convergentes, quoique le parallélisme le plus parfait existât entr'eux. Il en est de même de la hautenr de l'avenue, elle paroîtra plus basse; car ce qu'on a dit de la dimension en largeur, doit s'entendre de la hauteur. Ce phénomène d'optique s'observe très-bien, lorsqu'on est à une extrémité d'une longue galerie.

Les apparences optiques sont encore les mêmes

lorsqu'il n'y a qu'un rang d'arbres, lorsqu'on regarde une file de soldats, un long mur, parce que dans ces circonstances on rapporte la ligne des arbres à une autre ligne imaginaire, qui est comme l'axe prolongé du globe de l'œil; on en auroit une idée en tirant dans la *figure* 43 une ligne ponctuée qui fût à égales distances des deux rangs d'arbres, & ensuite en supprimant un de ces rangs. Celui qui resteroit paroîtroit d'autant plus se rapprocher de la ligne imaginaire, que la distance seroit plus grande, les angles formés par les rayons visuels, tirés de chaque arbre & de chaque point correspondant de la ligne imaginaire à l'œil; ces angles, dis-je étant de plus en plus petits, à mesure que la distance à l'œil augmente.

Dans tout ce qne nous avons établi ici, nous n'avons considéré que les seuls effets optiques, nous n'avons eu égard, ni à l'intensité de la lumière qui est plus ou moins grande, selon la distance des objets ni à l'interposition des objets connus, ni à l'habitude de juger ni à quelques autres circonstances qui influent sur nos jugemens, lorsqu'il s'agit de prononcer sur les grandeurs des objets. Nous en parlerons en traitant des articles d'optique qui y ont rapport.

ANGUILLE ÉLECTRIQUE, *anguille tremblante, anguille de Surinam, de Cayenne. Gymnotus electricus.* Le poisson connu à Cayenne sous le nom d'anguille tremblante, donne des commotions beaucoup plus fortes que celles que fait ressentir la torpille. Perrèze, dans son histoire de la France équinoxiale, en a parlé; Firmin, dans sa description de Surinam, en a fait aussi mention. M. Bajon, médecin français à Cayenne, répéta avec succès les expériences de M. Van-der-Lot, chirurgien de cette Colonie, & en ajouta d'autres. M. Bajon ayant d'abord touché légèrement avec le doigt une de ces anguilles de la Guiane, de deux pieds & demi de longueur, ne ressentit d'abord aucun tremblement; mais à peine eut-il porté le doigt sur le dos de cet animal, qu'il éprouva de petites secousses, dont l'action s'étendit seulement jusqu'au corps. L'anguille étant sortie du vase où elle étoit, & tombée par terre, & les nègres refusant de la replacer, M. Bajon la prit par la queue: « A peine l'eus-je » serrée dans mes doigts, dit-il, que je faillis à en « être renversé, & ma tête resta quelque temps « un peu étonnée. La commotion ne se fit pas « seulement sentir au bras qui avoit touché l'an- « guille, mais au bras du côté opposé, & aux « deux jambes ...... Je commençai à toucher « l'anguille placée dans le vase à moitié plein « d'eau le plus doucement qu'il me fut possible; « il n'y eut point de secousse, mais un *fourmillement* considérable à tous les doigts qui la tou- « choient, & il se prolongea dans tout le bras « qui en devint très-engourdi. » Ensuite l'ayant touchée plus fortement, il éprouva un véritable choc & un engourdissement qui se dissipa assez promptement; mais comme il réitéra ces expériences pendant toute la journée, & qu'il reçut un nombre prodigieux de commotions, son bras fut sur le soir un peu douloureux & très-engourdi, la tête pésante, un mal-aise général dans tout le corps, le pouls plus elevé; & il ressentit enfin par intervalle de petites cardialgies assez désagréables; mais ces incommodités furent dissipées par le repos de la nuit.

Ayant ensuite touché cet animal d'abord avec une tringle de fer, la commotion fut alors aussi forte que celle qu'il avoit d'abord ressentie en prenant sa queue entre les doigts. Un mouchoir bien sec fut placé à l'endroit par où il devoit tenir la tringle, & il n'y eut point de commotion. Le mouchoir fut mouillé, & la commotion devint aussi forte que les précédentes. Six personnes se tenant par la main, toutes sentirent une commotion très-violente, lorsque l'une d'elles toucha l'anguille. Ces expériences furent repétées plusieurs fois, avec le même succès, mais sur la fin, les commotions diminuèrent peu à peu, & l'animal en fut si fatigué, qu'il mourut quelque temps après.

Dans les jours suivans on observa que plusieurs anguilles quoique petites, mises & éprouvées, chacune séparement, dans un vase rempli d'eau très-claire, donnèrent des commotions très-fortes. On observa que dans ces premiers temps, à quelqu'endroit du corps qu'on les touchât, on sentoit la commotion, mais qu'il n'en étoit pas de même, lorsqu'on les avoit gardées plusiiers jours, & sur-tout quand elles avoient été beaucoup fatiguées.

Le fer poli a transmis des commotions moins fortes que du fer non poli; mais cette expérience a bésoin d'être repétée, pour savoir si l'effet est constant. Les commotions ont paru beaucoup moins fortes, lorsqu'au lieu d'un corps arrondi à son extrémité, on se sert d'une pointe. Des couteaux, des clefs, ont paru agir moins que des clous ou autres morceaux de fer équivalens. Le bois même mouillé n'a pas transmis le choc. En employant le verre, la cire d'Espagne, le soufre & d'autres substances résineuses, on n'a obtenu aucune commotion. Il en a été de même avec l'ivoire, la corne & les plumes. Le linge ordinaire a communiqué la commotion pour peu qu'il fût humide, étant bien sec il n'a pas été conducteur; il en a été de même de la soie.

Une anguille mise dans des vases de terre, mouillés ou non mouillés, & posés sur des pieds de verre, donne la commotion qui se fait vivement sentir à la main avec laquelle on tient le bord de ces vases.

Quoiqu'il soit vrai qu'une anguille fatiguée & affoiblie, donne des commotions inférieures à celles d'une anguille fraiche, cependant on a observé

qu'une anguille fatiguée & mise sur terre, imprimoit des commotions d'autant plus violentes, qu'elle séchoit plus, quoiqu'elle ne fît presque plus de mouvement; remise ensuite dans l'eau, les commotions ne se firent plus sentir. Après l'avoir replacée sur terre, elles furent encore bien moindres, jusqu'à ce qu'elle fut seche dans cet état, les commotions ne se font presque plus sentir, lorsqu'on touche l'animal sur le dos ou au milieu du corps, & elles sont très actives, dès qu'on touche sur la tête ou à l'extrémité de la queue. Une sonde d'argent placée dans l'intérieure de la bouche & enfoncée jusques dans l'intérieure du ventre n'a donné aucun indice d'électricité.

Dans un temps où l'anguille paroissoit presque morte, M. Bajon prit un gros chat extrêmement vorace, & l'approcha de la peau de l'anguille fort sèche; à peine l'eut-il aperçu, qu'il s'élança dessus avec précipitation pour en faire sa proie; mais dans l'instant qu'il la toucha, il en reçut une commotion si terrible, qu'il fit un grand sault en arrière, & se releva en faisant des cris affreux. On tenta vainement de le ramener vers l'anguille; il miauloit de toutes ses forces, & fuyoit dès qu'il l'apercevoit. Un gros chien fut ensuite approché, & suivant la coutume ordinaire de ces animaux, il commença par flairer, & voulut ensuite lécher l'anguille; mais dès que sa langue la toucha, il fit un cri horrible & prit la fuite. Présenté de nouveau quelque temps après, il exprimoit par ses cris redoublés, en se débattant avec force, le souvenir de de la sensation douloureuse qu'il avoit ressentie.

Cette même anguille resta plus de trois heures avant de perdre entièrement la vie, & les commotions eurent lieu jusqu'au dernier instant, quoique la peau fût toute ridée. Dans ce dernier temps, aucune partie de son corps ne paroissoit avoir du mouvement, sinon celui qu'on observoit vers la région du cœur, qui étoit produit par des contractions de ce viscère. Si on la pressoit dans cet état, on ressentoit quelque légère secousse; mais si on la prenoit par la tête ou par la queue, on en recevoit encore d'assez fortes, qui eurent lieu jusqu'à ce que le mouvement du cœur fût entièrement éteint. M. Bajon n'a pu tirer des étincelles par aucun procédé, ni produire des attractions & des répulsions de corps légers.

M. Bajon assure que l'or, l'argent & le cuivre sont les substances où le fluide électrique de l'anguille semble se mouvoir avec le plus de facilité, ensuite l'étain d'Angleterre, enfin l'étain pur & le plomb; & que par rapport au fer, les commotions se communiquent plus aisément & plus fortement, lorsque le fer est légèrement rouillé que lorsqu'il est poli: mais nous croyons que ces expériences ont besoin d'être répétées pour savoir si le résultat est bien constant; car comme les commotions données par l'animal, ne sont pas toujours au même degré de force, & qu'il n'y a pas de moyen de le connoître, on peut avoir attribué à la nature des métaux une diminution d'effet qui dépendoit de la cause productive. On doit en dire de même de quelques autres faits particuliers qui paroissent ne pas se concilier facilement avec les principes d'électricité. M. Bajon a encore observé que la commotion ne se communique point par le moyen de l'eau ni de l'air, que cet animal expire, ainsi M. Van-der-Lot a dû se tromper dans ces deux circonstances.

M. Bajon à la suite de ces expériences, donne une description détaillée de cet anguille qui appartient plus à l'histoire naturelle, qu'à la physique. Il suffit de dire ici que cette anguille a un rapport direct avec les anguilles ordinaires, avec cette différence, que sa tête est plus grosse & plus ronde. On en a vu de cinq pieds de longueur & de la grosseur de la cuisse. Sa couleur est communément d'un noir d'ardoise, excepté sous le ventre & la tête qui sont d'un rouge pâle. On remarque sur tout le corps de cet animal une infinité de petits points jaunâtres qui sont autant d'ouvertures qui traversent la substance de la peau seulement.

M. Richer a vu à Cayenne une anguille de trois ou quatre pieds de long, grosse comme la jambe, & semblable au CONGRE, qui étant touché, non-seulement avec le doigt, mais encore avec l'extrémité d'un bâton, engourdit tellement le bras & la parti du corps qui en est la plus proche, que l'on demeure environ un demi-quart d'heure, sans pouvoir le remuer, & cause même un éblouissement qui feroit tomber, si l'on ne prévenoit la chûte en se couchant par terre; après quoi on revient au même état qu'auparavant. J'ai été témoin de cet effet, dit M. Richer, & je l'ai senti, ayant touché ce poisson avec le doigt, un jour que je rencontrai des sauvages qui en avoient un encore vivant; ils l'avoient blessé d'un coup de flèche, & tiré de l'eau avec la flèche même. Anciens Mém. de l'académie des sciences, année 1677. Art. VI. Or cette anguille est certainement l'anguille électrique.

M. Bancroft, dans son histoire naturelle de la Guianne, s'explique ainsi sur l'anguille-torpille. « Ce poisson est d'eau douce; on le trouve plus communément dans la riviere Essequebo. Il a ordinairement trois pieds de longueur & douze pouces de circonférence vers son milieu. Sa peau est unie, sa couleur d'un bleu plombé, semblable à celle du plomb en feuille, qui aura été exposé à l'air; il n'a nulle part des écailles. Sa tête égale en grosseur la partie la plus grosse de son corps; celle-ci est un peu applatie dessus & dessous; la surface supérieure est percée de plusieurs trous, comme ceux des lamproies; ses machoires supérieures & inférieures s'étendent à une égale distance, & se terminent en forme de demi-cercle; la bouche est très-grande & sans dents, &c. » Ce poisson respire

fréquemment & lève sa tête toutes les quatre ou cinq minutes au-dessus de l'eau ; mais sa propriété la plus curieuse, ajoute Bancroft, est que lorsqu'on le touche avec la main nue, ou avec une verge de fer, d'or, d'argent, de cuivre, ou avec un bâton, de quelqnes bois particuliers & pesans d'Amérique, il donne un choc parfaitement semblable à celui des corps électriques, & ce choc est communément si violent, que peu de gens veulent recommencer.

Voici les particularités qu'il a remarquées. 1°. Cette anguille prise par un hameçon, fait éprouver un choc violent à la personne qui tient la ligne. 2°. La même anguille touchée avec une verge de fer, tenue d'une main par une personne qui tient de l'autre une autre personne, &c. communique à dix ou douze personnes, qui forment une chaîne non interrompue, une commotion semblable à celle d'une machine électrique. 3°. Une personne tenant son doigt dans l'eau, à la distance de huit ou dix pieds du poisson, reçoit un choc violent, dans l'instant même qu'une autre personne touche le poisson. 4°. Cette anguille, lorsqu'elle est en fureur, & lorsqu'elle lève sa tête au-dessus de l'eau, si la main d'une personne se trouve à cinq ou six pouces de distance, elle lui fait éprouver assez souvent un choc inattendu, sans être touché immédiatement. 5°. On ne sent aucun choc en tenant la main près du poisson dans l'eau lorsqu'il n'est ni en colère, ni touché; mais le choc est d'autant plus violent, que le poisson est plus en fureur.

On prend ces poissons, lorsqu'ils sont petits; on les conserve dans de grands bacquets qn'on remplit d'eau. On les nourrit ordinairement avec de petits poissons; lorsqu'on n'en trouve point, on leur donne des vers de terre. Les Indiens mangent ce poisson lorsqu'il est mort. De sa peau sort une substance collante, qui oblige de changer l'eau du baquet tous les jours ou au moins tous les deux jours. Aprés qnoi on nettoie le baquet. Dans ces occasions, le poisson reste sans mouvement & sans eau pendant plusieurs heures ; mais si on le touche en cet état, le choc n'est pas moins violent qu'à l'ordinaire.

M. Godefroi Wilhs Schilling ayant fait plusieurs expériences au mois de juillet 1764, avec des anguilles de Surinam, & les ayant mises dans des baquets assez grands pour qu'elles y pussent nager commodément, ressentit, ainsi que plusieurs autres personnes de fortes commotions. Il a cru que des aimans naturels ou artificiels, approchés de cet animal, l'attiroient ; que ce poisson s'agitoit de différentes manières, & qu'enfin il finit par s'attacher à l'aimant comme le fer; qu'il ne s'en sépare qu'à regret ; que dans le cas de séparation spontanée où forcée, on peut le toucher pendant quelque temps sans éprouver de commotion, mais qu'ensuite il reprend sa première vigueur. Il a cru encore qu'en jetant de la limaille de fer dans l'eau, où est un de ces *gymnotus*, il recouvre bientôt sa vertu, si elle étoit perdue ou affoiblie, &c. ces expériences sont trop singulières pour être admises; & personne n'a réussi à en voir les effets, quoiqu'on les ait répétées. Si au bout d'un temps considérable, on remarque quelqu'effet de ce genre, il dépend d'autres causes. L'agitation du poisson peut venir de ce qu'étant dans un lieu extraordinaire pour lui, appercevant des personnes qu'il n'est pas accoutumé de voir, il éprouve naturellement des craintes. La prétendue attraction de ce poisson, & son union avec la pierre, résulte de ce que, dans une infinité de mouvemens, il s'approche de la pierre, & s'il s'y attache, c'est que passant près de la pierre & la touchant, il y aura une adhérence entre deux surfaces polies, & que le gluten visqueux qui couvre la surface de tous les poissons, peut contribuer à rendre cet effet bien plus sensible. Si M. Schilling a vu plusieurs fois les faits dont il a rendu compte, on ne peut que les rapporter à des causes accidentelles & étrangères au magnétisme.

M. Walsh, Inghen-Housz & Breerenbroeck ont répété en 1778 ces expériences, avec plusieurs boussoles & barres aimantées très fortement; & après en avoir fait une quantité avec toute l'attention possible, ils ont conclu que ce poisson n'est aucunement sensible à la vertu magnétique, & qu'il ne distingue aucunement une barre d'acier aimantée d'une pièce de tout autre métal. Une grosse barre magnétiqne de M. Knight étant placée sous lui, il donnoit une percussion électrique très-forte à une personne qui mettoit les deux mains dans l'eau, l'une près de la tête du poisson, & l'autre près de sa queue; aucune des boussoles ne se dérangea de la moindre façon, près de quelque partie du poisson qu'elle fût placée. En les rangeant à l'entour du bacquet dans lequel nageoit le gymnotus, aucune n'éprouva le plus petit dérangement, soit que le poisson s'en approchât, soit qu'il s'en éloignât. Nouv. exper. & observat. sur divers objets de physique. 1785.

Quelques-uns ayant assuré que les expériences de M. Schilling réussissoient sur la torpille; je les ai répétées, en employant de très-forts aimans & des aiguilles de boussoles bien mobiles; néanmoins, quoique j'aie varié les épreuves de diverses manières, jamais je n'ai vu aucun effet de ce prétendu magnétisme de la torpille.

Dans les endroits où il y a des anguilles électriques, les habitans assurent que ces animaux, en frappant les autres poissons avec la queue, les engourdissent & les mangent ensuite. Les torpilles qui sont aussi électriques, se servent, selon plusieurs naturalistes, de la faculté qu'elles ont de donner la commotion pour attraper les poissons : aussi les pécheurs assurent-ils qu'elles se uourrissent de poissons, & qu'on en trouve souvent dans leur estomac.

M. de Reaumur ayant mis une torpille & un canard dans un même vase plein d'eau de mer, & ayant

ayant seulement recouvert le vase d'un linge, afin que le canard ne pût s'envoler, trouva le canard mort au bout de quelques heures; sans doute celui-ci avoit reçu des commotions électriques trop fréquentes.

L'anguille tremblante est naturelle à la Guyanne; on la trouve communément dans les eaux croupissantes, dans les petits étangs, dans les saignées des savanes ou des prairies. Cette anguille est le vrai *gimnotus electricus* de Linné. On trouve aussi l'anguille électrique au Sénégal. Il y a aussi d'autres poissons qui ont la même propriété. Nous ne pourrions complèter ici cet article, sans répéter inutilement tout ce qui est dit avec beaucoup d'étendue au mot TORPILLE, auquel nous renvoyons. On y trouvera toutes les expériences qui ont été faites sur ce sujet si intéressant pour la physique moderne.

ANGUILLE ÉLECTRIQUE ou *poisson d'or éléctrique*; c'est le nom que Franklin & les physiciens ont donné à une petite figure de feuille d'or, qui ressemble assez à celle d'un cerf volant, & qui, par un effet des attractions & des répulsions éléctriques exercées sur elle par un conducteur de machine éléctrique, présente divers mouvemens, soit progressifs, soit ondulatoires. La description suivante est tirée de l'ouvrage de ce célèbre physicien.

Coupez, dit-il, un morceau d'or de Hollande, dans la forme de la *fig.* 413, où l'angle d'en haut est un angle droit, les deux suivans des angles obtus, & le plus bas un angle fort aigu; & placez cette feuille d'or sur une platine de métal, disposée au-dessous d'une semblable platine, suspendue au conducteur & éléctrisée: placez cette feuille, de façon que la partie coupée à angle droit, puisse être d'abord élevée, ce qui se fait en posant le creux de la main sur la partie aiguë, & vous verrez cette feuille prendre place beaucoup plus près de la platine supérieure que de l'inférieure; parce qu'à moins d'être plus près, elle ne peut recevoir aussi promptement à la pointe de son angle droit l'éléctricité dont elle se décharge par un angle aigu.

Cette première expérience faite, retournez cette feuille, de façon que l'angle aigu soit en haut, & vous la verrez se porter & se placer auprès de la platine inférieure, parce qu'elle reçoit plus promptement à la pointe de l'angle aigu, qu'elle ne peut décharger à la pointe de l'angle droit. Ainsi la différence de distance est toujours proportionnelle à la différence de finesse des angles. On doit prendre garde, en coupant la feuille, à ne pas laisser de petits lambeaux sur les extrémités qui forment quelquefois des pointes où on ne vouloit point en avoir.

On ne peut faire cette figure si aiguë dans sa partie inférieure, & si obtuse dans sa partie supérieure, qu'il ne soit pas besoin de platine inférieure, se déchargeant d'elle-même assez promptement dans l'air. Si elle est beaucoup plus droite, comme on le voit dans la figure ponctuée, on lui donne le nom de *poisson d'or*, à cause de sa manière d'agir. Si on le prend en effet par la queue, & qu'on le tienne à un piéd ou à une plus grande distance horisontale du premier conducteur, lorsqu'on le laissera aller, il volera à lui avec un mouvement vif & ondoyant, semblable à celui d'une anguille dans l'eau, & c'est la raison pour laquelle quelques physiciens ont donné à cette expérience le nom d'*anguille éléctrique*. Il prendra alors place sous le premier conducteur, peut-être à un quart ou à un demi pouce de distance, & remuera continuellement la queue comme un poisson, de sorte qu'il paroîtra animé. Si on tourne sa queue vers le premier conducteur, alors il volera au doigt, & semblera le grignoter, dit Franklin. Si on tient sous lui une platine de métal à six ou huit pouces de distance, & si on cesse de faire mouvoir la machine éléctrique, lorsque l'atmosphère éléctrique du conducteur diminuera, il descendra sur la platine, & nagera encore en arrière & en avant à plusieurs reprises, avec le même mouvement de poisson; ce qui fait un spectacle assez agréable. En émoussant ou en aiguisant les têtes ou les queues de ces figures, on peut leur faire prendre la place, qu'on désire, plus près ou plus loin de la platine éléctrisée.

ANGUILLES MICROSCOPIQUES. On a donné ce nom à de petits animaux qu'on n'apperçoit ordinairement qu'à la faveur du microscope dans certaines liqueurs, & principalement dans plusieurs infusions de plantes. Leur forme & leurs mouvemens qui approchent de ceux des anguilles, leur ont fait donner ce nom. C'est sur-tout dans le vinaigre qu'on en peut observer, après qu'on l'a exposé à l'air. Il arrive quelquefois qu'on les apperçoit même sans le secours du microscope. Ce sont de vrais animaux en qui on remarque une tête, une bouche, un corps, une queue; ils prennent successivement de l'accroissement; ils se reproduisent, se meuvent de différentes manières avec une agilité étonnante. *Voyez* ANIMALCULES; MICROSCOPE.

ANGULAIRE se dit de toute figure ou corps qui a un ou plusieurs angles; quelquefois on donne cette épithète à un corps tranchant. Le *mouvement angulaire* est celui d'un corps qui décrit un angle ou qui se meut circulairement autour d'un point.

ANIMALE (*chaleur.*) *Voyez* CHALEUR ANIMALE.

ANIMALCULES *des infusions; animalcules microscopiques*; c'est le nom qui a été consacré pour désigner de très petits animaux qu'on n'apperçoit en général qu'à l'aide du microscope. Cet instru-

ment, un des plus utiles que la physique ait inventés, nous a découvert des mondes nouveaux. Dans une goutte de liqueur, on observe des millions de petits animaux qui diffèrent entr'eux selon la nature des substances, principalement des végétaux qu'on y a fait macérer & infuser.

Dans le vinaigre, on apperçoit sur-tout en été un grand nombre de petites anguilles, qui se multiplient & grossissent en peu de temps jusqu'à un certain point. Ces animaux en qui on distingue très bien une tête, une bouche, une queue &c. sont d'une vivacité extraordinaire, elles font mille ondulations, & elles se meuvent même avec tant de vitesse, que s'il y a trop de liquide placé sur le porte-objet du microscope, on est obligé d'attendre pour bien observer, qu'une bonne partie de la liqueur se soit évaporée, afin que leur mouvement soit considérablement rallenti pour appercevoir, par exemple, leur bouche.

Ces animaux passent avec le vinaigre même au travers d'un tamis assez fin, mais non au travers d'un papier brouillard; ils périssent si on fait chauffer cette liqueur même sans la faire bouillir, ou si on l'expose pendant quelques heures au soleil. On ne trouvera point de ces animaux dans un vinaigre qui a toujours été dans une bouteille bien bouchée.

Lorsqu'on a fait infuser à froid des grains de poivre noir dans de l'eau ordinaire, on y apperçoit de même, au bout de quelques jours, une multitude étonnante de petits animalcules bien différens de ceux du vinaigre; leur figure est ovale, & leurs mouvemens sont néamoins très-rapides. Il y en a qui, après avoir parcouru une ligne droite, tournent si vîte autour d'un point près de leur tête, ou sur leur centre de figure, que d'ovales ils semblent devenir circulaires, après quoi ils s'élancent à une certaine distance avec une promptitude extrême. Il y en a qui ont la tête hupée ou plutôt garnie de poils.

Dans une infusion de poivre long, on découvre des animaux différens; ils peuvent soutenir les plus grands froids, & se conservent même en vie au-dessous d'une glace d'environ deux lignes d'épaisseur.

Le séné, infusé à froid, présente des petits vers blancs, dans le corps desquels on distingue de petits anneaux, & de grandes diversités.

Des infusions d'œillets, de roses, de jasmins, de bluets & de différentes autres espèces de fleurs; des infusions d'écorce, de feuilles, &c., de toutes sortes de plantes, offrent des diversités singulières dans les figures des animalcules: elles varient encore plus, lorsque les infusions sont composées de plantes de différens genres ou espèces; le foin & la paille infusés présentent cinq ou six sortes d'animaux vivans, différens en couleur, en grosseur, en figure, en mouvemens; & on peut ajouter que dans la plupart des autres infusions, on ne trouve pas de plus gros animaux, de plus transparens & de plus nets, ni qui durent plus long-temps que ceux-ci.

L'eau qui est renfermée dans les écailles des huitres, au bout de trois ou quatre jours, offre à la vue une assez grande quantité de petites huitres, belles, transparentes, dans lesquelles on distingue très-bien la tête & le reste du corps. La forme de leur corps est changeante; on les voit se plier & se replier en différentes manières. Leur mouvement est quelquefois direct, & d'autres fois circulaire: on les apperçoit souvent s'entre-choquer, & par là interrompre leur course. Ceux qui seront curieux de connoître plus en détail les observations précédentes, pourront consulter l'ouvrage de Joblot, imprimé à Paris en 1718.

Plusieurs observateurs, entr'autres, Linné, Buffon, Needham, ont prétendu que les corpuscules en mouvement, qu'on remarque dans différentes infusions, n'étoient pas des animalcules. Le premier de ces savans lui-même, qui, sans balancer, plaçoit au rang des animaux l'éponge, dont l'animalité est si incertaine, doute si les animalcules d'infusion sont des corps vivans, pourvus d'organes, ou quelques petites portions de sel & d'huile. Au jugement de ce grand naturaliste, on peut opposer celui des observateurs les plus exercés & les plus exacts, de Joblot, Baker, Trembley, Reaumur, Roësel, Ledermüller, Bonnet, Wrisberg, Pallas, Munchausen, Goëze, Wagler, Roffredi, Taréchowsky, Hermann, &c. Ils ont observé cent & cent fois, dans ces petits corpuscules, un mouvement spontané dans toutes les directions, accéléré ou rallenti à volonté, différent dans les diverses espèces; la faculté de se tourner de tous les côtés, de se tenir en repos, de se mouvoir de nouveau, d'éviter les objets qui se présentent, de sentir ceux qui leur nuisent, & de s'en tenir éloignés. Ils y ont vu le mouvement des organes intérieurs & extérieurs, celui du cœur & des intestins, l'expulsion des excrémens manifestée dans quelques espèces, l'accroissement, le changement dans la situation respective des parties, une fuite précipitée vers les restes de la goute de liqueurs qui s'évapore, une sollicitude inquiète à saisir ce dernier refuge d'une vie momentanée. le mouvement des organes qui aspirent l'eau, plus accéléré dans ces derniers instans, languissant & enfin nul au moment de la mort. Ajoutons la copulation à peine douteuse dans un petit nombre, & observeée avec certitude dans quelques-uns par M. Fabricius (1). D'après toutes ces observations, il n'est certainement plus possible de révoquer en doute l'animalité de ces êtres, & de ne pas admettre l'existence des animalcules des infusions.

---

(1) *Nov. act. sociét. scient. Hafn. Dænice. tom.* II, pag. 240, 246.

M. l'abbé Needham dit dans ses *nouvelles observations microscopiques* qui parurent en 1750, qu'il a vu plusieurs petits corps mouvans sur différentes matières; par exemple, on a apperçu sur de petits grains de sable passés au tamis, un animalcule qui a un grand nombre de pieds, & le dos blanc & couvert d'écailles. On a trouvé de petits animaux ressemblans à des tortues dans la liqueur des pustules de la galle. On a vu dans l'eau commune, exposée pendant quelque temps à l'air, quantité de petits corps mouvans, de différentes grosseurs & de différentes figures, dont la plupart sont ronds ou ovales. Leuwenhoeck estime que mille millions des corps mouvans que l'on découvre dans l'eau commune, ne sont pas si gros qu'un grain de sable ordinaire. » Le dernier observateur ajoute encore qu'il a trouvé dans un chabot, plus d'animalcules que la terre ne peut porter d'hommes. On sait que M. Paulin a prétendu que tout étoit plein de vers imperceptibles à la vue simple, & d'œuf de vers, mais qui n'éclosent point par-tout indifféremment. M. de Malesieu a vu de ces animalcules microscopiques qui étoient vingt-sept millions de fois plus petit qu'une mite.

Nous ne parlerons point ici des animaux microscopiques qu'on observe dans la liqueur spermatique. Hartsoeker, & ensuite Leuwenhoek, ont cru que le fœtus n'étoit qu'un de ces vers qui se développoit, & qu'il n'y en avoit qu'un ou deux, selon les espèces, qui échappoient à mille causes de destructions, & que ces vers étoient de pères en fils contenus les uns dans les autres dans la semence des mâles. M. de Buffon pense que ces corps mouvans spermatiques, ne sont pas de vrais animaux, mais seulement des molécules organiques, vivantes & propres à former un nouveau corps organisé de la même nature que celui dont elles sont extraites. Mais quand même ce seroient de vrais animaux que ces petits être mouvans, ainsi que le croient d'autres observateurs, il ne s'ensuivroit pas que l'opinion de Hartsoeker fût vraie; car on apperçoit aussi, dit-on, de semblables animalcules dans la semence des femelles; & d'un autre côté, ces vers sont dans les liqueurs spermatiques de tous les individus, comme ils sont dans toutes les autres liqueurs.

Quoique la plupart des naturalistes & physiciens observateurs aient parlé des petits animaux que le microscope fait découvrir dans les eaux imprégnées de particules de substances animales & végétales, cependant tous, depuis Leuwenhoek jusqu'à Spallanzani, dans l'intervalle d'un siècle, ont négligé d'en déterminer distinctement les espèces, ce qui est bien plus difficile qu'une simple observation. M. Hille est le premier qui ait osé insérer dans le genre animal d'un petit nombre d'espèces des animalcules d'infusion. M. Müller, savant naturaliste danois, qui a consacré tous ses travaux à l'étude de cette branche de l'histoire naturelle, a fait un ouvrage très-étendu sur cette matière, que le savant Othon Fabricius a publié après la mort de son ami; sous ce titre: *Animalcula infusoria, fluviatilia & marina, quæ detexit, systematicè descripsit, & ad vivum delineari curavit*, &c. 1786, *in*-4°. 4.

M. Müller divise les petits animaux microscopiques, *en animalcules d'infusion* & en *bullaires*. Les premiers paroissent très-petits, même à l'œil armé, ont la plus grande affinité avec les spermatiques, sont homogènes, gélatineux, sans distinction des parties. Les bullaires sont la plupart microscopiques, aquatiques, hétérogènes, membraneux: on y distingue des parties internes & externes. La propagation est incertaine dans la première de ces classes; celle de la seconde se fait dans quelques espèces par les œufs, par les fœtus vivans, par une espèce de bourgeons, & par la séparation transversale ou longitudinale, qu'un observateur trop précipité pourroit prendre pour une copulation.

Quelques observateurs ont cru que parmi les animalcules, les plus grands dévorent les plus petits pour s'en nourrir. Mais M. Müller prétend que c'est une erreur, & que les petits animalcules ne sont qu'arrêtés dans les cils ou poils dont quelques espèces sont pourvues, & sont rejetés ensuite encore vivans. On trouve des animalcules dans les eaux les plus pures, dans lesquelles on n'aperçoit aucune partie végétale; mais on en aperçoit un plus grand nombre dans les liquides putréfiés; cependant il n'y en a pas dans toutes les liqueurs putrides: on en voit encore dans celles qui le sont au plus haut degré, & même après que la fermentation putride a cessé.

Il y a des espèces d'animalcules qui vivent plusieurs jours, d'autres plusieurs semaines, quelques-uns plusieurs mois, & même une année, dans une eau renouvelée sans être fétide. Aucune expérience n'a pu faire voir à M. Müller, non plus qu'à MM. Spallanzani & Wrisberg, la résurrection des animalcules *bullaires*.

DIVISION MÉTHODIQUE DES ANIMALCULES, SELON M. MULLER.

Ire. CLASSE. *Animalcules qui n'ont aucun organe extérieur.*

Sect. 1re. An. épais (*crassiusculæ*). 5 g.
Sect. 2e. An. membraneux. 5 genres.

IIe. CLASSE. *Animalc. pourvus d'organes extérieurs.*

Sect. 1re. An. nus, 6 genres.
Sect. 2e. An. testacées (*testâ tecta*) 1 g.

Ces 17 genres comprennent 378 espèces, dont M. Müller donne les descriptions, avec les syno-

nymes, & les infuſions dans leſquelles on les obſerve.

La variété des formes de ces différens animalcules eſt très-grande. Il y en a de ronds, d'ovales, d'oblongs, de quarrés, d'anguleux; quelques-uns ſont droits, d'autres courbes, ſphériques, plats, concaves, obtus, pointus, en forme de fleurs, de plantes, d'oiſeau, de poiſſon, de coquillage, de cloporte, de ſcolopendre, de limaçon, de hériſſon, de cornet, &c. Dans la plupart des *trichodes*, on découvre très-diſtinctement les organes & leurs mouvemens; par exemple, dans le *trichoda pocillum*, on voit la bouche s'ouvrir; on aperçoit les machoires, le muſcle & les cils de la bouche, les articulations & les poils de la queue. Quant aux couleurs, elles ſont moins variées que les formes; on y trouve le blanc, le jaune, le rougeâtre, le verd, le gris & le brun. L'obſervation de ces phénomènes recule vraiment les bornes connues de la nature, & offre à la curioſité & aux recherches des ſavans, un nouveau monde. Chaque brin d'herbe, comme le dit à cette occaſion, M. de Kéralio, en parlant de l'ouvrage de M. Müller; chaque feuille, chaque particule de fleur, de bois, de tout être organiſé, eſt enceint de pluſieurs milliers d'êtres vivans. Le plus petit de ces fœtus a des organes compoſés de parties, & eſt peut-être enceint lui-même d'une ſucceſſion de fœtus ſemblables. Et ſi ce monde, infiniment petit, étonne & confond l'imagination; elle n'eſt pas moins accablée, en concevant qu'il peut exiſter un autre monde infiniment grand dans quelque partie de l'immenſité.

Conſidérons ici ſeulement deux des eſpèces de ces animalcules. Le *volvox globator* « eſt un globule diaphane, verd, enceint de globules plus petits, d'un verd foncé: ſa couleur devient blanchâtre & orangée. Il ſe propage de cette manière: la membrane ſe fend; les petits globules en ſortent & deviennent des animalcules ſemblables à la mère, qui meurt en donnant la vie. Le *volvox végétant* eſt ſemblable à une petite plante qui porte à l'extrémité tranſparente de ſes branches, de petites roſes compoſées de très-petits corpuſcules ovales & diaphanes. On voit enſuite ces petites fleurs ſe détacher de leur ſupport & nager librement dans la liqueur. »

ANIMAUX PHOSPHORIQUES. (*Voyez* PHOSPHORISME.

ANIMALISTES. Par cette expreſſion, on déſigne les phyſiciens qui ſoutiennent que les embryons ſont tout formé, & même vivant dans la ſemence du père qui les lance à millions dans la matrice, & que la mère ne fait que donner le logement & la nourriture à celui qui eſt deſtiné à être vivifié. Hartſoëcker eſt l'auteur de ce ſentiment; il fut enſuite embraſſé par Leuwenhoeck qui le réforma en quelques points. Pluſieurs autres après eux ont embraſſé la même opinions, & ont cru que les animalcules ſpermatiques étoient de vrais embrions, qui, après un développement complet, étoient ſemblables aux pères dont ils tiroient leur origine. *Voyez* ANIMALCULES MICROSCOPIQUES.

ANIMOVISTES. C'eſt ainſi qu'on appelle une ſecte des phyſiciens *animaliſtes*, qui admettant en partie des œufs, regardent les ovaires comme des hotelleries, dont chaque œuf eſt un appartement où viennent loger les animaux ſpermatiques; ſi ce ſont des mâles, des ſéries d'individus y ſont contenus: dans les femelles au contraire, il n'y a aucune poſtérité renfermée. C'eſt la modification que Leuwenhoeck à apportée au ſentiment d'Hartſoëcker.

ANNEAU DE SATURNE. C'eſt une eſpèce de couronne lumineuſe ou de bande circulaire, large & mince, placée à une certaine diſtance du globe de ſaturne, auquel elle eſt concentrique. Galilée, en 1710, peu après l'invention des lunettes aſtronomiques, découvrit cet anneau, mais ne put diſtinguer ſa véritable figure. Bien loin de là, il crut d'abord appercevoir que c'étoient deux anſes ou deux ſatellites qui accompagnoient ſaturne; enſuite il obſerva qu'ils diminuoient de grandeur apparente; enfin ils lui parurent diſparoître entièrement vers la fin de l'année 1612. Ces variations qui lui firent dire qu'il avoit vu ſaturne compoſé de trois parties *ſaturnum triformem*, lui parurent ſi étonnantes, ainſi qu'à pluſieurs autres Aſtronomes, qu'on déſeſpéra aſſez généralement de pouvoir expliquer cette ſuite d'apparences dont le ciel ne préſentoit aucun autre exemple.

M. Huyghens fut plus heureux; il imagina que les apparences ſucceſſives de deux corps ronds, à côté de ſaturne, qui étoient ſujets à des diminutions progreſſives, & enfin à une diſparition, n'étoient autre choſe que les apparences d'un anneau concentrique à ſaturne, également éloigné de cette planète dans tous ſes points. Cet anneau, comme on l'a remarqué très judicieuſement, eſt ſoutenu par la péſanteur naturelle & ſimultannée de toutes ſes parties, tout ainſi qu'un pont qui ſeroit aſſez vaſte pour environner toute la terre, ſe ſoutiendroit ſans piliers.

Le célèbre phyſicien que nous venons de nommer, démontra que les changemens de figure, obſervés dans ſaturne, dépendoient uniquement des différentes poſitions de l'anneau par rapport à la terre. Il nous paroît tantôt ſous la figure d'un anneau lumineux, lorſqu'il eſt relativement à notre œil, dans la poſition repréſentée dans la *fig.* 45. Tantôt il paroît ſous une figure elliptique, (quoiqu'il ſoit réellement circulaire) lorſqu'on le voit obliquement; & l'ellipſe eſt plus ou moins

ouverte, suivant que l'œil de l'observateur est plus ou moins élevé sur son plan. Par le moyen de l'élévation de notre œil sur le plan de l'*anneau*, on trouve la figure de l'*anneau*, conséquemment le rapport des axes de son ellipse apparente pour un temps quelconque; car le grand axe est toujours au petit, comme le rayon est au sinus de l'élévation ou de l'obliquité de l'œil. Ajoutons que l'intervalle qui est entre saturne & l'épaisseur de l'anneau offre également différens aspects. *Voyez* la *fig.* 46. D'autre fois saturne est vu entièrement rond, & l'anneau a totalement disparu, lorsque cet anneau ne nous présente que son épaisseur, parce que cette épaisseur est si peu considérable, que la lumière qui en est réfléchie vers nous, ne peut être sensible a la grande distance où nous sommes de cette planète. La *fig.* 47 donne une idée de cette position de l'anneau de saturne, dirigé vers nous, de telle sorte que son plan passe par notre œil.

Le diamètre extérieur de l'*anneau* de saturne est à celui du globe de saturne, comme 7 est à 3, suivant les mesures de Pound. L'espace vuide qui est entre le globe & l'*anneau*, est à peu près égal a la largeur de l'*anneau;* ainsi, la largeur de la couronne est un tiers du diamètre de saturne. Le rayon de saturne dans ses moyennes distances, étant de 9 secondes, le diamètre intérieur de l'anneau sera de 15 secondes, & le diamètre extérieur de 21, le vide étant de 6 secondes. A l'égard de la grandeur absolue, le diamètre de saturne étant de 28601 lieues, celui de l'anneau est de 66737 lieues : ainsi la largeur est de 9534 lieues.

L'anneau de saturne est incliné de 30 degrés sur l'orbite de cette planète, & il est toujours parallèle à lui-même pendant toute la révolution de saturne. C'est de ce parellelisme constant que dépendent les différentes apparences de l'anneau, comme c'est du parallélisme de l'axe de la terre, que résulte la diversité des saisons.

Le lieu du nœud de l'anneau de saturne, sur l'orbite de cette planète a été déterminé en 1715, par M. Maraldi, à 5 signes 19 degrés 48 minutes; & en 1774 M. De la Lande l'a trouvé de 5 signes 20 degrés 38 minutes, ou 5 signes 17 degrés 5 minutes sur l'écliptique, ce qui ne diffère de la détermination de M. Maraldi, qu'à raison de la précession des équinoxes en 59 ans. D'un autre côté, les observations de Huyghens & de Cassini, de beaucoup antérieures à celles qu'on vient de rapporter, étant à-peu-près les mêmes, il faut en conclure que le nœud de l'anneau est sensiblement immobile.

On a observé plusieurs disparitions de l'anneau de saturne, savoir: en 1655, 1671, 1714, 1760, 1773, au mois d'octobre : je fis cette dernière observation à Béziers, avec M. de la Lande. En 1789 l'anneau a encore disparu. Cet effet aura lieu sept fois dans le siècle suivant. Voici jusqu'en 1900, les années où il n'y aura qu'une seule disparition, & une seule réaparition, & le nœud de l'anneau dans lequel le phénomène aura lieu : en 1803, dans le nœud ascendant; en 1819 & en 1878 dans le nœud descendant, & en 1891, dans le nœud ascendant. Les années où il y aura deux disparitions & deux réaparitions, sont, en 1832, dans le nœud ascendant; en 1848, dans le nœud descendant; & en 1862, dans le nœud ascendant.

Il y a trois causes qui peuvent occasionner cette phase ronde, dit M. de la Lande, à qui nous sommes redevables de ce qu'il y a de plus intéressant dans le commencement de cet article, 1°. lorsque saturne est vers le 20e. degré de la vierge ou des poissons, le plan de son *anneau*, qui est constamment dirigé vers ces points de l'écliptique, est en même temps dirigé vers le centre du soleil : alors il ne reçoit de lumière que sur son épaisseur, qui est trop mince pour réfléchir jusqu'à la terre une quantité de rayons de lumière suffisante pour produire une certaine impression sur l'organe de la vue, & saturne paroît rond & sans *anneau* faute de lumière. Cette disparition faute de lumière n'a lieu que pendant trois ou quatre jours avant le passage de saturne par les nœuds de l'*anneau*; mais dès que le soleil est élevé sur le plan de l'*anneau* seulement d'un angle de trois minutes, il commence à paroître éclairé.

2°. L'*anneau* de saturne disparoît encore, lorsque le plan de cet *anneau* étant dirigé vers la terre, passeroit, s'il étoit prolongé vers notre œil. Dans ce cas, la petite épaisseur du plan de l'anneau ne nous renvoie pas assez de rayons de lumière pour être aperçu à la distance de plus de trois cent vingt-sept millions de lieues. Cette cause ne peut faire disparoître l'*anneau* que 7 à 8 jours avant que la terre soit dans le plan de l'anneau.

3°. La dernière cause qui produit la disparition apparente de l'anneau de saturne, a lieu lorsque son plan prolongé passe entre nous & le soleil; car alors sa surface éclairée n'est point tournée vers les spectateurs.

L'anneau de saturne ne paroît pas être parfaitement plan, mais un peu courbe; car M. Maraldi a observé qu'une des anses disparoissoit avant l'autre, & Heinsius a vu, à la fin de 1743, l'anse orientale plus courte que l'autre.

M. Herschel, en dernier lieu, a observé que l'anneau de saturne étoit par-tout d'une épaisseur égale; il l'a vu, lors même qu'il étoit invisible pour les autres astronomes, parce que son grand télescope donne une si grande lumière, qu'on distingue très-bien la petite épaisseur de l'anneau.

Ceux qui désireront de connoître cette matière avec plus d'étendue, peuvent avoir recours aux divers traités d'astronomie, qui ont été publiés,

au dictionnaire de mathématique de l'Encyclopédie, & sur-tout à l'*essai sur les phénomènes relatifs aux disparitions périodiques de l'anneau de saturne*, par M. du Séjour.

Les physiciens & les astronomes ont imaginé diverses hypothèses sur la formation de l'anneau de saturne. M. de Maupertuis, dans son ouvrage de la *figure des astres*, pense que lorsque les comètes retournent de leur périhélie, on les voit traîner de longues queues qui, vraisemblablemen, sont des torrens immenses de vapeurs que l'ardeur du soleil a fait élever de leur corps. Si une comète dans cet état, passe auprès de quelque puissante planète, la pesanteur vers la planète pourra détourner ce torrent, & le déterminer à circuler autour d'elle, suivant quelque ellipse ou quelque cercle, & la comète fournissant toujours de nouvelle matière, ou celle qui étoit déjà répandue étant suffisante, il s'en formera un cours continu, ou une espèce d'anneau autour de la planète; le corps même de la comète pourra être entraîné par l'astre & forcé de circuler autour de lui. Ces anneaux doivent, selon ce savant, se former plutôt autour des grosses planètes que des petites, puisqu'ils sont l'effet de la pesanteur plus forte vers les grosses planètes que vers les petites: ils doivent aussi se former plutôt autour des planètes les plus éloignées du soleil, qu'autour de celles qui en sont les plus proches, puisque dans ces lieux éloignés, la vitesse des comètes se ralentit, & permet à la planète d'exercer son action plus long-temps & avec plus d'effet sur le torrent.

L'opinion de M. de Mairan est que saturne a été originairement un globe beaucoup plus considérable qu'il ne l'est aujourd'hui, & que l'anneau est l'équateur de l'ancienne planète, réduite à un plus petit volume. M. de Buffon croyoit aussi que l'anneau de saturne faisoit autrefois partie de la planète, & qu'il s'en étoit détaché par l'excès da la force centrifuge,

Le sentiment de M. Cassini étoit que l'anneau de saturne n'étoit qu'un assemblage de satellites si multipliés & si proches les uns des autres, qu'on ne pouvoit apercevoir d'intervalle entr'eux.

On peut imaginer d'autres opinions de ce genre; mais on n'en seroit pas plus avancé, puisque ce ne seroit qu'une multitude de conjectures qui ne feroient faire aucun pas à la science: il vaut mieux commencer par avouer son ignorance en ce genre.

M. de la Place a donné dans les mémoires de l'académie des sciences pour l'année 1787, une théorie de l'anneau de saturne; il suppose que toutes ses parties doivent être en équilibre; car il est contre toute vraisemblance de supposer que l'anneau se soutient comme un pont & par l'adhérence de ses molécules; il paroît d'ailleurs qu'il y a plusieurs anneaux séparés. Cet habile géomètre y prouve que ce doivent être des solides irréguliers d'une largeur inégale dans les divers points de leur circonférence; ensorte que leurs centres de gravité ne coïncident point avec leurs centres de figure: ces centres de gravité peuvent être considérés comme autant de satellites qui se meuvent autour du centre de saturne, à des distances dépendantes de l'inégalité des parties de chaque anneau, & avec des vitesses de rotation égales à celles de leurs anneaux respectifs. *Voyez* le mot SATURNE.

On a observé des points lumineux disposés sur les anses de l'anneau de saturne; on présume qu'ils sont adhérens à l'anneau de saturne. Plusieurs observateurs sont d'accord sur l'existence de ces points lumineux; tels que MM. Messier, Bailly, Cassini, Tofino, Varella, &c. *Voyez* le mot POINTS LUMINEUX *de l'anneau de saturne*.

Rotation de l'anneau de saturne. M. Herschel, si célèbre par un grand nombre de découvertes astronomiques qu'il a faites à l'aide des étonnans télescopes qu'il a lui-même construits avec une patience & une dextérité jusqu'à lui inconnue, M. Herschel avoit aperçu dans l'anneau de saturne, un point brillant qu'il avoit d'abord pris pour un huitième satellite; mais il a reconnu que ce point appartenoit à l'anneau lui-même; & en l'examinant attentivement, il s'est assuré que l'anneau entier avoit un mouvement de rotation dont il a déterminé la durée de dix heures trente-deux minutes & quinze secondes.

Cette observation curieuse donne une confirmation bien satisfaisante de la théorie par laquelle M. de la Place avoit déterminé les forces nécessaires pour entretenir cet anneau à la distance où il se trouve; car il en avoit conclu dans ses *mémoires de l'académie*, année 1787, page 263, que la durée de la rotation de la partie intérieure de l'anneau, devoit être d'environ dix heures. Ce savant suppose, comme les géomètres l'ont fait dans leurs recherches sur la figure des astres, qu'une couche infiniment mince de fluide, répandue sur la surface de l'anneau, y resteroit en équilibre, en vertu des forces dont elle seroit animée. Cette hypothèse est la seule admissible; il lui paroît contre toute vraisemblance de supposer que l'anneau ne se soutient autour de saturne que par l'adhérence des molécules; car alors les parties voisines de la planète étant sollicitées par l'action toujours renaissante de la pesanteur, une dégradation insensible auroit fini par le détruire, ainsi que tous les ouvrages de la nature, qui n'ont point eu les forces suffisantes pour résister à l'action des causes étrangères. C'est par les conditions de l'équilibre de ce fluide, que la figure de l'anneau devoit être déterminée; & c'est aussi par-là que M. de la Place avoit trouvé la rotation de dix heures; mais il suppose qu'il y a plusieurs anneaux concentriques, & l'on a déjà aperçu un trait noir qui semble l'indiquer.

Anneau de Mercure. On a vu quelquefois dans les paſſages de mercure, ſur le diſque du ſoleil, un anneau lumineux, autour de cette planète. M. de Plantade, aſtronome de l'académie de Montpellier, le vit en 1736. Le P. Béraud, aſtronome de l'académie de Lyon, l'aperçut dans le paſſage du 6 mai 1753, l'ayant inutilement cherché en 1743. Pendant tout le temps de cette obſervation, qui dura cinq heures, mercure parut environné d'un anneau parfaitement circulaire, d'un rouge obſcur, à peu près ſemblable à la lumière que préſente la lune dans ſes éclipſes totales, lorſqu'elle eſt entièrement dans l'ombre de la terre. Il eſt probable que ce phénomène dépend de l'atmoſphère de mercure; qui abſorbe ou intercepte une partie des rayons ſolaires.

ANNEAU SOLAIRE ou *horaire*; *anneau aſtronomique*. Il y a différentes eſpèces d'anneaux ſolaires; les uns n'ont qu'un cercle, d'autres deux; mais les plus parfaits en ont trois. Le premier, qui n'a qu'un anneau, ſert à prendre en mer la hauteur du ſoleil. Bion, dans ſon ouvrage de la *conſtruction & de l'uſage des inſtrumens de mathématique*, en a donné la deſcription: en voici un précis. Suppoſons qu'on ait fait fabriquer un anneau A H E I C A, *figure* 50, d'un diametre A B d'environ dix pouces, d'une peſanteur ſuffiſante, & avec un ſuſpenſoir D A, tel qu'il puiſſe prendre aiſément ſon à-plomb. A 45 degrés du point de ſuſpenſion eſt un trou C qu'on doit regarder comme un centre par lequel on concevra décrit un quart de cercle F G, dont le rayon C G (parallèle au diamètre vertical A B) fera conſéquemment un angle droit ou de 90 degrés avec le rayon C F. Enſuite on diviſera en 90 degrés la circonférence du quart de cercle, en commençant par le point F; &, par le point C, comme centre, on tirera des rayons ſur chaque degré depuis o juſqu'à 90. Les points correſpondans de la ſurface concave de l'anneau, ſur leſquels tomberont les 90 rayons, depuis H juſqu'en I, marqueront ſur cet anneau les 90 degrés, & l'inſtrument ſera achevé.

Afin d'opérer cette diviſion avec plus de facilité dans la pratique, on trace ſur un plan quelconque un cercle d'un diamètre égal au diamètre intérieur de l'anneau; on procède comme on l'a expliqué; & enſuite on tranſporte les diviſions dans l'intérieur de l'anneau: en allant d'H en I.

L'uſage de cet inſtrument conſiſte à le ſuſpendre par la boucle D, en tournant le trou C vers le ſoleil S. Le rayon ſolaire paſſant par ce trou, & ſe propagant en ligne droite, marquera ſur la ſurface concave oppoſée, la hauteur du ſoleil qui ſera indiquée par les diviſions des degrés. Ainſi le ſoleil, peu après ſon lever, éclairera des points un peu au-deſſous de H; étant à 45 degrés d'élévation, le rayon C E tombera ſur la diviſion 45 en E, & ainſi de ſuite.

Cet anneau n'étant point diviſé en minutes ni ſecondes, ne peut donner la hauteur du ſoleil avec préciſion, & ne peut diſpenſer d'un quart de cercle aſtronomique.

On a fait des anneaux à peu près ſemblables au précédent, mais ſeulement de deux pouces de diamètre, & d'un tiers de pouce de largeur, qui marquent l'heure du jour par le point de lumière qui paſſe par le trou C. Si celui-ci eſt immobile, il n'eſt bon que pour le temps des équinoxes; s'il eſt mobile, & que les jours du mois ſoient marqués ſur la convexité de l'anneau, il peut être utile, *univerſel* preſque pour tous les jours.

L'anneau aſtronomique, à trois cercles, eſt préférable à tous les autres anneaux. On le voit repréſenté en la *figure* 51. Cet inſtrument fait de métal, peut avoir depuis deux pouces juſqu'à douze de diamètre; il eſt compoſé de trois cercles. Le cercle extérieur A, qui repréſente le méridien du lieu, porte deux diviſions de 90 degrés, diamétralement oppoſées, qui ſervent pour les deux hémiſphères; le ſeptentrional & le méridional. Le ſecond cercle B, contenu dans le premier, tourne entre les deux pivots P, placés aux points oppoſés de XII heures. Le troiſième cercle C D C eſt renfermé dans le ſecond, & tourne ſur deux pivots attachés au méridien par le moyen des deux ſupports S S. On a retranché de ce troiſième cercle tout ce qui eſt inutile, & ſur la partie qui reſte, les ſignes du zodiaqne ont été tracés, la moitié d'un côté, & l'autre moitié de ces ſignes, ſur le côté oppoſé; au milieu de ce cercle, on a marqué l'alidade E, armée à ſes deux bouts de deux pinules percées chacune de trois petits trous pour recevoir les rayons du ſoleil. Le ſecond cercle repréſente l'équateur, & doit être mis perpendiculairement au premier qui fait fonction de méridien; pour cet effet, on a mis une pièce P aux deux pôles de ce ſecond cercle, nommé l'équinoxial.

L'équinoxial eſt diviſé en 24 parties égales; ce ſont les points horaires; auſſi y marque-t-on les heures. Pour former la diviſion des ſignes du zodiaque ſur les deux arcs oppoſés du troiſième cercle, on tire une ligne qui paſſe par le centre de ce cercle; & à ſes deux extrémités, on marque les ſignes du bélier & de la balance. Aux deux côtés de cette ligne, on en tire un autre diamètre qui faſſe un angle égal à la déclinaiſon du ſoleil aux ſignes ſuivans, qui ſont le taureau & la vierge avec les poiſſons & le ſcorpion. Or, la déclinaiſon du ſoleil, à ces ſignes, eſt de 11 degrés 29 minutes, qui eſt l'angle que ces deux lignes, ſe croiſant au centre, doivent faire avec la première du bélier & de la balance. On tirera encore deux autres diamètres & qui feront avec la ligne du bélier & de la balance, l'angle de 20 degrés 11 minutes; ce qui fera pour les quatre autres ſignes ſuivant, ſavoir: le verſeau & le ſagittaire, les gemeaux & le lion. Enfin, on tirera deux autres lignes qui

passent également par le centre, & feront avec celle du bélier & de la balance, l'angle de 23 degrés 28 minutes; ce qui représente le cancer & le capricorne. On posera donc d'un côté le capricorne, le sagittaire, le scorpion, la balance, la vierge & le lion; & de l'autre côté opposé, le verseau, les poisson, le bélier, le taureau, les gemeaux & le cancer.

Le pendant F qui porte un anneau, peut, par le moyen d'une rainure, couler sur le bord du cercle meridien; de telle sorte qu'il puisse être fixé à volonté sur tous les degrés de la division.

L'usage de cet instrument consiste à placer la petite ligne du milieu du curseur du pendant F, sur le degré de l'élévation du pôle du lieu où l'on est, & à mettre la ligne de foi de l'alidade sur le jour du mois, ou sur le degré du signe du jour où l'on est. Ensuite, après avoir ouvert à angles droits le cercle équinoxial avec le méridien, on avance ou on recule le troisième cercle, en le faisant tourner jusqu'à ce que le rayon du soleil passe par les trous des deux pinules. Alors la ligne qui est tracée au milieu de l'épaisseur convexe du troisième cercle, désigne l'heure sur la surface de l'équinoxial, à toutes les heures du jour, en quelque temps que ce soit. (*Voyez Gnom. prat. de D. Bedos.*

ANNÉE. Nous considérerons ici l'*année* comme une période de temps mesurée par la révolution de quelque corps céleste dans son orbite. Sous ce rapport, nous distinguerons des années *solaire*, *lunaire*, *sydérale*, &c. &c. On trouvera successivement dans cet article les principales. Nous observerons plutôt dans les articles suivans l'ordre méthodique que l'ordre alphabétique, à cause de l'enchaînement des idées.

L'année solaire est la durée de temps que le soleil paroît employer à parcourir dans l'écliptique les douze signes du zodiaque. On peut encore la définir, le temps qui s'écoule entre deux équinoxes du printemps ou d'automne, ou bien entre un solstice & le solstice suivant semblable. La véritable durée de l'année solaire est de 365 jours 5 heures 48 minutes 48 secondes, selon M. de la Lande, (l'abbé de la Caille comptoit 49 secondes) parce que c'est réellement le temps que le soleil, ou plutôt la terre, met à faire une révolution entière dans son orbite; car on sait que le soleil est immobile, & que c'est la terre qui tourne en effet; de sorte que si on ne consultoit l'usage, on devroit dire que l'*année* dont nous parlons n'est point solaire, mais terrestre. (*Voyez* l'article DURÉE *de l'année solaire.*)

Le soleil étant l'astre le plus grand & le plus brillant, on dut d'abord le choisir pour la mesure du temps, & on compta par les jours ou par sa révolution diurne. Cette multiplicité trop grande de retours périodiques détermina ensuite à regarder la révolution entière de la lune dans son orbite, comme une *année*. Mais le nombre des années étant encore trop grand dans cette manière de supputer, & conséquemment trop incommode, on dût bientôt chercher à le diminuer. L'observation qu'on ne tarde pas de faire que, d'un hiver à l'autre, il y avoit douze révolutions de la lune, douze changemens de phase; cette observation donna les moyens de former une nouvelle période de temps, c'est-à-dire l'*année*, composée de douze parties ou de douze mois, pendant lesquels le soleil parcouroit tout le ciel.

Chacun de ces douze mois n'ayant été que de 30 jours, l'année ne fut que de 360 jours. Quelque temps après on sentit la nécessité d'ajouter cinq jours: aussi l'année des Égyptiens fut-elle ensuite de 365 jours. Mais un long intervalle de temps s'écoula avant qu'on eut pensé à y ajouter 6 heures ou un quart de jour environ, dont le défaut formoit une erreur. En effet, le soleil paroissant faire environ 365 révolutions diurnes & un quart, tandis qu'il semble parcourir son orbite entière, on ne pouvoit s'empêcher de compter dans l'année 365 jours & environ 6 heures.

Mais comme il étoit très-incommode de faire commencer une année 6 ou 12 ou 18 heures après la fin du jour, & qu'on s'apperçut que les équinoxes reculoient tous les quatre ans de près d'un jour, on laissa les 6 heures de chaque année, & on en forma, au bout de 4 ans un jour de plus. Les années ordinaires furent donc de 365 jours, & on compta à toutes les quatriemes années 366 jours; ces dernières années furent nommées BISSEXTILES.

C'est sous l'empire & par les ordres de Jules-César, que l'astronome Sosigènes fit la réforme dont nous venons de parler, dans la manière usitée jusqu'alors de supputer les années. Mais ce moyen avoit encore besoin lui-même d'une correction, car l'année solaire n'est réellement, comme nous l'avons dit, que de 365 jours 5 heures 48 minutes & 48 secondes. Aussi, tous les cent ans, devoit-il y avoir une anticipation de près d'un jour. Elle fut telle que l'erreur des 11 minutes excédentes, chaque année, fut cause que vers l'an 1582, l'équinoxe du printemps, se trouva au 11 de mars, c'est-à-dire, dix jours plutôt que du temps du concile de Nicée, célébré dans l'année 325.

Le pape Grégoire XIII ayant résolu de remédier à cet inconvénient, consulta les plus habiles astronomes, & on convint qu'il falloit, quant au passé, retrancher du calendrier les dix jours excédens. C'est ce qu'on exécuta aussitôt, en comptant dès l'année même 1582, le 5 octobre pour le 15 du même mois. Ainsi on supprima dix jours de ce mois, & par ce moyen bien simple, l'équinoxe du printemps revint au 21 mars.

Pour

Pour empêcher qu'à l'avenir le même inconvénient n'eût lieu, & que les 11 minutes qu'on comptoit de trop chaque année, ne produisissent une semblable anticipation, au bout d'un égal intervalle de temps écoulé, on résolut de retrancher un jour sur 134 ans, & conséquemment 3 jours sur 400 ans; car 134 fois 11 minutes font environ un jour, & 3 fois 134 font à-peu-près 400. Il fut donc ordonné que sur 400 ans les dernières années des trois premiers siècles ne seroient pas bissextiles, & qu'il n'y auroit que la dernière du quatrième siècle qui le seroit. En conséquence, l'année 1700 n'a point été bissextile, 1800 ni 1900 ne le seront pas, mais l'année 2000 sera bissextile, de même que 2400, 2800, & ainsi de suite: d'après cette méthode, on retranche trois bissextes sur quatre siècles, ou en 36 siècles, 27 bissextiles. On doit cependant convenir qu'à cause des fractions qui ont été négligées, il seroit plus exact de supprimer 28 bissextiles en 36 siècl s; car on s'accorderoit mieux avec la vraie durée de l'année solaire qui est de 365 jours 5 heures 48 minutes 48 secondes; mais la différence étant insensible, on peut n'y avoir aucun égard.

Année lunaire, est celle qui est réglée sur le mouvement de la lune; plusieurs peuples ont compté la durée des temps par la succession des années lunaires. Les grecs, les juifs, les arabes & plusieurs autres peuples anciens ont supputé les tems par le cours de la lune; quelques peuples modernes, tels que les habitans de Taïti, & d'autres insulaires des mers du sud, ne connoissent que les années *lunaires*.

Les *années lunaires* sont composées de douze ou de treize mois lunaires; conséquemment tantôt de 354 jours, tantôt de 384; & lorsque le treizième mois ajouté, est seulement de 29 jours, l'année lunaire n'est que de 383 jours. Pour bien entendre ce qui a rapport à cet objet, il faut distinguer deux espèces de mois ou de révolutions lunaires, savoir le *mois périodique* & le *mois synodique*.

Le *mois périodique* est le temps que la lune emploie à faire sa révolution autour de la terre, par rapport aux points équinoxiaux; sa durée est de 27 jours 7 heures 43 minutes 4 secondes.

Le *mois synodique* est le temps que la lune met à retourner vers le soleil à chaque conjonction: ce temps, qui est l'intervalle de deux nouvelles lunes, est de 29 jours 12 heures 44 minutes 3 secondes. Ce mois synodique, marqué par les phases de la lune, est le seul dont on se serve pour mesurer les années lunaires. Mais ce mois étant d'environ 29 jours & demi, on a supposé les mois lunaires civils, alternativement de 29 jours & de 30. Le mois synodique étant de deux espèces, astronomique & civil, on a été obligé de distinguer deux sortes d'années lunaires, l'une *astronomique*, l'autre *civile*.

L'année astronomique lunaire, comprend douze mois synodiques lunaires, & conséquemment 354 jours 8 heures 48 minutes 35 secondes.

L'année lunaire civile, se divise en *commune* ou *embolismique*. La première est de douze mois lunaires civils qui font 354 jours. La seconde qu'on nomme encore *intercalaire*, est de 384 jours que forment 13 mois lunaires civils.

Les peuples qui règlent leur année civile sur le mouvement de la lune, & qui composent en général leur année de douze mois lunaires, lesquels étant alternativement de 29 & de 30 jours, ne font en tout que 354 jours; ces peuples ont donc leur année lunaire plus courte que l'année solaire commune, de 11 jours; mais ces 11 jours font 33 jours en trois ans, & ces trois années solaires contiennent 37 lunaisons & quelques jours de plus.

Les 44 minutes dont une lunaison surpasse 29 jours & demi, font, après les 12 lunaisons de l'année, 12 fois 44, c'est-à-dire, 528 minutes ou 8 heures 48 minutes; & en 30 ans, 264 heures ou 11 jours: c'est la raison pour laquelle ceux qui, comme les turcs, emploient l'année lunaire, ajoutent 11 jours tous les 30 ans. Sur ce dernier nombre, il y a 19 années simples de 354 jours, & il y a onze années intercalaires ou *embolismiques*, qui sont chacune de 365 jours. Ces années *embolismiques*, sont la 2, 5, 7, 10, 13, 16, 18, 21, 24, 26 & 29.

Dans la méthode ordinaire de supputer l'année solaire, on voit que les mêmes parties de l'année répondent toujours aux mêmes saisons, c'est-à-dire, que le commencement de l'année se trouve constamment dans le temps que le soleil est au même point de son orbite: il en est de même des temps des équinoxes & des solstices, relativement à certaines portions de l'année. Mais l'année lunaire des turcs ne peut pas toujours commencer à la même saison, c'est-à-dire, à la même distance des solstices & des équinoxes; parce que l'année solaire étant de 365 jours, & l'année lunaire de 354; si elles ont commencé toutes les deux le même jour, l'année lunaire finira 11 jours plutôt que l'année solaire, c'est-à-dire, Le 20 décembre. La seconde année lunaire commencera donc le 21 du même mois, & finira au 10 décembre suivant, parce que cette seconde année est composée de 355 jours. La troisième année commencera au 11, & se terminera au 29 novembre, & ainsi de suite. d'où il est évident que le commencement de l'année lunaire parcourra les différentes saisons de l'année solaire, & reviendra enfin au commencement, en moins de 34 ans lunaires, qui conséquemment ne font que 33 années solaires.

Année sydérale. C'est l'intervalle de temps que le soleil met à faire sa révolution apparente autour de la terre, & à revenir à la même étoile; dans la réalité, puisque le soleil est immobile &

que la terre tourne, l'année sydérale est le temps que la terre emploie à revenir au même point du ciel. Ce nom d'année *sydérale* vient de *sidus*, *étoile*. La durée de *l'année sydérale* est de 365 jours 6 heures 9 minutes 11 secondes & demie, selon M. de la Lande ; elle n'est que de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes 30 tierces, suivant quelques-uns ; d'autres veulent que le nombre des secondes soit de 14. *L'année solaire* étant seulement ainsi qu'on la vu (*voyez* année solaire), de 365 jours 5 heures 48 minutes 48 secondes, il s'ensuit que l'année *sydérale* est plus longue que l'année solaire, par rapport aux équinoxes. La raison de cette différence vient de ce que les points équinoxiaux, ou les deux sections de l'écliptique avec l'équateur, rétrogradent de 50 secondes & 15 tierces par an, & que les longitudes des étoiles augmentent de la même quantité. Le soleil, après être parti d'un équinoxe, doit donc paroître rencontrer, l'année suivante, ce même équinoxe dans un point un peu en deçà de celui où il l'avoit quitté; & la révolution de cet astre ne sera pas achevée, lorsqu'il sera revenu aux mêmes points des équinoxes. Si une étoile avoit correspondu dans un même instant avec un point de l'équinoxe, le soleil, l'année suivante, le rencontrera donc plus tard & au-delà de ce point.

Années de Saturne, de Jupiter, &c. C'est le temps dans lequel jupiter, saturne, &c. font leurs révolutions, & reviennent ensuite au même point du zodiaque d'où ils étoient partis. On peut absolument compter les années par les mouvemens de saturne & des autres planètes, aussi bien que par celles de la lune, des étoiles, &c. Mais ces astres n'étant ni aussi grands, ni aussi brillans, ni aussi connus que ceux qui ont servi à régler l'ordre des temps, il est inutile de s'arrêter sur cet objet, & de terminer ici les années de saturne, de jupiter, &c. Voyez *Saturne*, *Jupiter*, *&c. &c.* S'il y a des habitans dans ces planètes, ils doivent compter la suite de leurs années, par la suite de leurs révolutions respectives autour du soleil, comme nous le faisons par le mouvement de la terre sur l'écliptique.

Année. (*grande*) La grande Année est le temps pendant lequel les étoiles fixes font leur révolution. Selon les uns, elle est composée de 25920 années; selon d'autres, de 25748 ans; M. Delalande, d'après ses calculs, pense qu'elle est de 25750 ans ordinaires. Les étoiles fixes ne font pas réellement cette grande révolution, mais elles paroissent la faire, & c'est d'après cette apparence qu'on évalue cette longue période. Elle résulte de ce que la section de l'écliptique & de l'équateur n'est pas fixe dans le ciel, que les étoiles s'en éloignent, en s'avançant peu-à-peu au-delà de cette section de 50 secondes 20 tierces de degrés par année, & par un mouvement d'occident en orient autour des pôles de l'écliptique. On a donc imaginé que toute la sphère des étoiles faisoit une révolution périodique autour des pôles de l'écliptique, & parcouroit en un an 50 secondes & 20 tierces. Or, en réduisant en tierces toute la circonférence du cercle qui est de 360 degrés, & en divisant ensuite ce nombre par le nombre de tierces contenues en 50 secondes & 20 tierces, on aura au quotient le nombre des années que comprend la période de la grande année. Afin d'être plus facilement entendu, faisons le calcul, en supposant que la précession des équinoxes ou le changement annuel des étoiles, observé dans leur longitude, soit seulement de 50 secondes, sans avoir égard aux tierces. Nous dirons 50 secondes sont à un an, comme le nombre de secondes contenues dans 360 degrés, savoir 1296000 secondes, font un nombre des années nécessaires pour parcourir toute la circonférence. Or, en divisant 1296000 par 50, nous trouverons au quotient 25920 années, ce qui est le quatrième terme inconnu: en ajoutant 20 tierces aux 50 secondes, le quotient auroit été plus petit, le diviseur étant alors plus grand. Voyez PRÉCESSION DES EQUINOXES. On voit facilement que cette *grande année* surpasse quatre à cinq fois l'espace de temps écoulé depuis le commencement du monde jusqu'à présent. (*Voyez* Age du monde)

Année platonique. Espèce de *grande année* ou de période qui ramène les astres, savoir, le soleil, la lune & les autres planètes, dans la même situation & dans les mêmes circonstances.

Année d'Hipparque. C'est encore une grande année ou une période de 304 ans solaires, à la fin de laquelle les nouvelles & les pleines lunes reviennent exactement aux mêmes jours de l'année solaire auxquels elles avoient correspondu dans la première période. *Voyez* Période d'Hipparque & Cycle lunaire.

Année luni-solaire. C'est une période de 600, ans qui ramène la lune & le soleil au même point du ciel. M. Cassini en a fait mention dans son traité de l'origine de l'astronomie, & dans ses règles de l'astronomie indienne.

Année civile. C'est l'année que chaque peuple a fixée pour mesurer le temps: quoiqu'en général toutes les nations aient eu recours aux mouvemens du soleil & à ceux de la lune, pour calculer l'écoulement du temps, à cause de la grandeur & de l'éclat de ces astres; néanmoins la manière de compter n'a pas été la même; & l'histoire nous présente de grandes & nombreuses variations. Sans remonter aux premiers âges du monde, à ceux où les peuples étoient pasteurs, il suffira de dire que chez les Egyptiens, l'année fut successivement augmentée par plusieurs fois. Si ensuite on composa l'année civile solaire de 360 jours, ce ne fut que long-temps après qu'on y ajouta un quart de jour;

Hérodote & Platon ne paroiſſent pas avoir connu la néceſſité de faire cette addition à l'année. Quelques ſiècles s'écoulèrent enſuite, avant qu'on fût inſtruit de la quantité qu'il falloit ôter de ce quart de jour.

Les différences furent encore plus grandes pour les peuples qui ſe réglèrent par les lunaiſons ; & il fallut bien du temps avant que les grecs, les juifs, les arabes & les turcs, parvinſſent à régler leurs années. Voyez ce qui a été dit à l'article ANNÉE LUNAIRE.

Il y a eu également parmi les différentes nations de grandes diverſités, relativement au commencement de l'année. Les Egyptiens commencèrent leur année à l'époque qui répond au 29 août de l'année julienne ; il en fut de même chez les Ethiopiens. Les Grecs commencèrent leur année à la première lune qui ſuivoit le ſolſtice d'été ; les Macédoniens au premier de janvier de l'année julienne ; les Juifs modernes à la nouvelle lune la plus voiſine de l'équinoxe d'automne. *L'année ſyrienne* fut fixée au commencement du mois d'octobre de l'année julienne. Chez les Mahométans, l'année commence à l'inſtant où le ſoleil entre dans le bélier ; chez les Perſans au moment qui répond à notre mois de juin ; en Chine, à la nouvelle lune qui ſuit l'entrée du ſoleil dans les poiſſons. Parmi la plus grande partie des Indiens, l'année commence avec la première lune de mars ; & chez les Brames avec la nouvelle lune d'avril. Les Méxicains le 23 février, & les Abyſſins au 26 août.

Les Romains fixèrent l'année au commencement de janvier ; le premier & le dernier jour étoient conſacrés à Janus : auſſi étoit-il repréſenté avec deux viſages. La plupart des nations civiliſées, l'ont également déterminée au premier de janvier. En France, ce commencement varia beaucoup dans les premiers temps de la monarchie. Sous les rois de la race Mérovingienne, l'année commençoit le premier de mars, jour de la revue des troupes ; ſous les rois Carlovingiens, le jour de Noël ; & le jour de Pâques, ſous les Capétiens. Mais par une ordonnance de Charles IX, en 1564, l'année commença au premier janvier.

L'année civile ou légale commence, en Angletere, le 25 mars ; mais l'année chronologique commence le premier de janvier.

ANNÉE ROMAINE. Romulus ne compoſa d'abord l'année que de dix mois ; qui étoient alternativement de 31 & de 30 jours & contenoit ſeulement 304 jours. Cette *année* romuléenne commençoit au premier de mars. De cette diſtribution vicieuſe, il en réſulta que le commencement de l'année ne correſpondoit à aucune ſaiſon fixe. Pour remédier à cet inconvénient, on ajoûtoit à l'année, autant de jours (non-diviſés en mois) qu'on le croyoit néceſſaire pour que le premier jour de l'an répondit au même état du ciel.

Numa imita enſuite en partie la diſtribution de l'année des peuples de la Grèce, & la compoſa de douze mois. Mais ſon année étant plus grande d'un jour, que l'année aſtronomique, elle ne pouvoit pas reſter long-temps dans un ordre conforme aux révolutions des aſtres & aux ſaiſons, Il n'eſt pas de l'objet de cet ouvrage particulier, de traiter de toutes les réformes que fit ſucceſſivement Numa, à ſon calendrier ; ni de tous les changemens que les pontifes romains y introduiſirent. On pourra s'en inſtruire dans le dictionnaire de mathématique, d'après un ſavant mémoire de dom Clément, bénédictin, auteur de la dernière édition de l'art de vérifier les dates.

ANNÉE JULIENNE. Ce nom lui vient de Jules-Céſar, empereur romain qui, pour remédier à la confuſion que les pontifes de Rome avoient introduite dans la conſtitution de l'année, réforma l'ancien calendrier de Numa. Pour cet effet, l'empereur fit venir d'Egypte, Soſigènes, fameux mathématicien. Afin d'y remédier, on prolongea la première année juſqu'à quinze mois, ou 445 jours. Les autres années furent compoſées de 365 jours ; & de quatre en quatre ans, on en mit une *biſſextile* qui fut de 366 jours. Voici l'ordre des mois & le nombre des jours de *l'année julienne*. Janvier 31, février 28, ou 29 ſi l'année eſt biſſextile ; mars 31, avril 30, mai 31, juin 30, juillet 31, août 31, ſeptembre 30, octobre 31, novembre 30, décembre 31.

Cette *année julienne* avoit un rapport aſſez ſenſible avec l'ordre de la viciſſitude des ſaiſons qui a été le but de l'inſtitution du calendrier ou de la diſtribution de l'année, ſi utile pour fixer les divers uſages, ſoit civils, ſoit agricoles des hommes en ſociété : auſſi fut-elle adoptée par toutes les nations chrétiennes, plus inſtruites que les autres. Cependant cette année julienne, dont la grandeur aſtronomique étoit de 365 jours 6 heures, ainſi que nous l'avons dit à l'article ANNÉE SOLAIRE, ſurpaſſoit d'environ 11 minutes l'année ſolaire, ce qui en 131 ans produiſoit un jour d'erreur ; car 131 multipliés par 11, donnent 1441 minutes, leſquelles diviſées par 60, nombre qui exprime la quantité de minutes contenues dans une heure, on aura au quotient 24 heures une minute, ou un jour environ. C'eſt pourquoi il étoit néceſſaire de corriger encore *l'année julienne*. Grégoire XIII entreprit cette réforme, & l'année ainſi rectifiée prit le nom d'*année grégorienne*.

ANNÉE GRÉGORIENNE, C'eſt l'année julienne diminuée de 11 minutes environ. Jules-Céſar & le mathématicien Soſigènes, avoient ſuppoſé l'année de 365 jours 6 heures, tandis que ſa durée n'eſt que de 365 jours 5 heures 48 minutes 48

secondes; d'où résultoit une erreur *d'environ* 11 minutes, qui avoient produit en 1582 un excédent de 10 jours; de sorte que, cette année, le soleil entroit dans l'équateur dès le 11 mars, c'est-à-dire, 10 jours plutôt que du temps du concile de Nicée : on sait que c'est à l'époque de ce concile, en l'année 325, que l'on fixa les termes du temps auquel on devoit célébrer la pâque.

La réforme proposée par les plus habiles astronomes de son temps, que Grégoire XIII assemba, & dont il prit l'avis, fut, 1°. de retrancher les 10 jours de trop, de l'année 1582, dans laquelle on fit cette réformation, & de compter 15 au 5 octobre; 2°. de supprimer à l'avenir trois bissextes dans le cours de 400 ans, parce que les 11 minutes, excédentes chaque année, produisoient un jour entier au bout de 134 ans. (11 minutes multipliées par 134, font 1474 qui, divisées par 60 minutes, donnent 24 heures ou un jour, plus, une fraction). *Voyez* ANNÉE SOLAIRE; car ces différens objets sont liés entr'eux, & l'espèce de tableau ou précis dans le premier article que nous venons d'indiquer, présentant un ensemble, facilitera au lecteur le moyen de classer par ordre les différentes subdivisions relatives à cette matière.

Tous les pays catholiques reçurent cette réforme aussitôt qu'elle fut proposée; on en sentoit le besoin depuis long-temps. Mais les protestans ne l'ont admise que dans ce siècle. Ceux d'Allemagne, ainsi que les Danois & les Hollandois l'ont adoptée au commencement de ce siècle, voyant qu'à cette époque l'erreur des 10 jours étoit devenue de 11 jours. L'Angleterre ne s'est conformée à cet usage, qu'au mois de septembre 1752. Les Russes sont à présent les seuls qui continuent à rejeter la réforme du calendrier Julien. Aussi, en suivant le vieux style, ils comptent maintenant 11 jours de plus que nous; ce qui est souvent embarrassant, & force les historiens à mettre les deux dates qu'ils distinguent par *vieux style & nouveau style.*

La réforme du calendrier Grégorien n'est pas faite; car les 11 minutes excédentes chaque année, produisent en 400 ans 4400 minutes, ou 3 jours 1 heure 20 minutes, comme on ne retranche dans cet espace de temps que trois bissextes, & qu'on néglige 1 heure 20 minutes, il s'ensuit que ce reste répété pendant un certain nombre d'années, produira une erreur. Elle est bien petite, cette erreur, car on ne trouvera qu'un jour en 7200 ans ou 72 siècles. 1 heure 20 minutes ou 80 minutes, font à 400 ans, comme un jour ou 1440 minutes (produit de 24 heures par 60 minutes) font à 7200 ans; ainsi 72 siècles, environ, après la réformation du calendrier grégorien, on ne sera obligé que de retrancher un jour. L'erreur du calendrier étant presqu'insensible, & d'ailleurs étant connue, ainsi que le remède, il n'y a aucune raison de ne pas l'adopter.

ANNÉE BISSEXTILE. C'est une année qui contient un jour de plus que l'année commune, & conséquemment elle est composée de 366 jours. L'année solaire ou astronomique étant d'environ 365 jours 6 heures, Jules-César & Sosigènes établirent que les 6 heures négligées pendant trois années consécutives, formassent un jour de plus, étant réunies aux 6 heures de la quatrième année. Ce jour additionnel ou *intercalaire*, fut nommé *bissextile*, parce qu'on le mit avant le 24 février qui, chez les Romains, étoit le sixième des calendes de mars. Il y eut donc dans le mois de février, deux jours de suite, dont chacun étoit nommé le VI avant les calendes, le premier étoit le 24 du mois, & le second (*additionnel* ou *bissextile*) répondoit au 25. On disoit donc, *bis sexto ante calendas, bis sexto calendas;* & l'année dans laquelle on intercaloit ce jour, fut appelée *annus bis sextus*, ou année bissextile. Maintenant le jour intercalaire est le vingt-neuvième de février.

D'après ce qu'on a vu précédemment, il est inutile d'ajouter que l'addition du jour bissextile a été faite tous les quatre ans, afin que les saisons revinssent constamment dans les mêmes temps de l'année; ce qui n'auroit pas eu lieu sans cet expédient; parce que le soleil, ou plutôt la terre, ne faisant sa révolution annuelle qu'en 365 jours & environ 6 heures, il y auroit eu une anticipation continuelle d'un jour en quatre ans, de deux en huit ans, & ainsi de suite.

Pour connoître quelles sont les *années bissextiles*, rien n'est plus aisé. Dans le cours d'un siècle, il n'y a que les années divisibles par 4 sans reste, qui soient *bissextiles*; ainsi 1788 étoit *bissextile* 1792, le sera; de même que 1796, 1800, &c. Quant aux années séculaires bissextiles, ce sont celles dont le nombre du siècle est également divisible par 4. Les années 2000, 2400, 2800, 2200, & ainsi de suite, en ajoutant toujours 400, seront bissextiles séculaires.

ANNÉE ANOMALISTIQUE. C'est le temps que le soleil paroît mettre à retourner à son apogée après une révolution entière. L'apogée du soleil avançant chaque année de 65 secondes & demie, par rapport aux équinoxes, & le soleil employant 26 minutes 34 secondes, pour parcourir ces 65 secondes & demie, c'est-à-dire, pour atteindre son apogée qui s'est avancé de cette quantité, il s'ensuit que *l'année Anomalistique* est plus grande que l'année solaire de 26 minutes 34 secondes. *L'année Anomalistique* est donc de 365 jours, 5 heures 48 minutes 48 secondes, plus 26 minutes 34 secondes, ou de 365 jours 6 heures 15 minutes 22 secondes. L'année sydérale ou le retour aux étoiles est, comme on l'a vu plus haut, de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes & 30 tierces. (*Voyez* ANOMALIE).

ANNÉE EMBOLISMIQUE, est de 13 mois lunaires

civils, & conséquemment de 384 jours. (*Voyez* ANNÉE LUNAIRE).

ANNÉE TROPIQUE. C'eſt la même choſe que l'*année ſolaire*, c'eſt le temps entre deux équinoxes de printemps ou d'automne, de telle ſorte que l'ordre des ſaiſons ſera à la ſeconde révolution le même que dans la première. La durée de cette année eſt de 365 jours 5 heures 48 minutes 48 ſecondes. Elle eſt plus courte que celle de l'année ſydérale qui eſt de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 ſecondes & demie. *Voyez*-en la raiſon à l'article ANNÉE SOLAIRE.

ANNUEL. Épithète qu'on donne à tout ce qui revient chaque année ou à ce qui dure pendant une année : ainſi le mouvement annuel de la terre, eſt celui par lequel elle parcourt ſon orbite autour du ſoleil.

ANNULAIRE. L'*éclipſe annulaire* eſt celle ou le diſque apparent de la lune étant plus petit que le diſque apparent du ſoleil, & n'en couvrant que le milieu, la lumière du ſoleil déborde autour de la lune ſous la forme d'un anneau de lumière. Le ſoleil & la lune, en parcourant leurs orbites, ſont tantôt apogée, tantôt périgée, c'eſt-à-dire, plus ou moins éloignés de la terre; leurs diſques doivent donc paroître plus petits dans le premier cas, & plus grand dans le ſecond, puiſque les angles viſuels ſont alors tantôt plus petits, tantôt plus grands. (*Voyez* ANGLE VISUEL ou ANGLE OPTIQUE). Le diamètre de la lune, dans ſon apogée, eſt de 29 minutes 25 ſecondes, & dans ſon périgée de 33 minutes 37 ſecondes. Le diamètre du ſoleil eſt dans ſon apogée de 31 minutes 31 ſecondes, & dans ſon périgée de 31 minutes 36 ſecondes. Suppoſons maintenant que dans une éclipſe de ſoleil, cet aſtre ſoit périgée, & la lune apogée, leurs diamètres apparens ſeront comme 32 minutes & 29, en négligeant les ſecondes. Le diſque de la lune ne couvrira donc pas en entier celui de ſoleil; ſi l'éclipſe eſt centrale, on verra donc un anneau lumineux formé par l'excédent du diſque du ſoleil ſur celui de la lune.

La largeur de cet anneau dépend auſſi du rapport des grandeurs reſpectives des diſques apparens du ſoleil & de la lune dans le temps de l'éclipſe, & ces grandeurs doivent être relatives aux diſtances reſpectives de ces deux aſtres, ſoit entr'eux, ſoit relativement à la terre.

En 1737 & 1748, on obſerva une éclipſe annulaire. Le premier avril 1764, on en obſerva une en France, en Angleterre & en Eſpagne. Il y en aura une le 8 octobre 1847. En général elle ſont rares, parce que les circonſtances favorables pour les produire, ne concourent pas ſouvent. Leur durée, quand elles ont lieu, n'eſt que de quelques minutes, pour le même endroit. M. Duſéjour a trouvé que la plus grande durée poſſible d'une éclipſe annulaire, n'étoit que de 12 minutes 24 ſecondes. La raiſon de la petite durée commune des éclipſes annulaires eſt que pour voir parfaitement cet anneau, il faut avoir l'œil dans le prolongement de l'axe de l'ombre lunaire, lequel axe chemine auſſi rapidement que le mouvement de la lune excède en vîteſſe celui de la lune.

Les obſervations d'éclipſes annulaires qu'on a faites en 1748 & 1764, ont ſervi à prouver que le diamètre de la lune ne paroît pas ſenſiblement plus petit, lorſqu'il eſt devant le ſoleil, que lorſque la lune eſt pleine & lumineuſe, quoique M. de la Hire le prétendît. Mais M. Duſéjour en a déduit une inflexion de trois à 4 ſecondes, qui équivaut, pour la durée d'une éclipſe, à une diminution de 6 à 8 ſecondes dans le diamètre de la lune. (*Mém.* de l'*Acad.* 1767.) (*Voyez* encore ÉCLIPSE.)

ANOMALIE. Ce mot eſt ſynonyme avec celui d'irrégularité, & on s'en ſert en parlant du mouvement des planètes, pour déſigner la loi des irrégularités de leur mouvement, & exprimer la diſtance angulaire du lieu réel ou moyen d'une planète à ſon aphélie, ou à ſon apogée. (*Voyez* APHÉLIE & APOGÉE.) Il y a deux ſortes d'*anomalie*; l'*anomalie vraie* & l'*anomalie moyenne*. La première eſt l'angle formé au foyers de l'ellipſe par le rayon recteur & par la ligne des apſides. La ſeconde eſt celle qui eſt proportionnelle au temps, & par conſéquent qui augmente uniformement & également depuis l'aphélie juſqu'au périhélie. Cet objet appartient entièrement à l'aſtronomie, & à été traité dans le dictionnaire de mathématique, qui fait partie de l'encyclopédie par ordre des matières, c'eſt pourquoi nous y renvoyons, il ſuffiroit ici d'en donner une définition.

ANOMALISTIQUE (*année.*) *Voyez* ANNÉE ANOMALISTIQUE.

ANTARCTIQUE. *Le pôle antarctique* eſt le pôle du midi : c'eſt l'extrémité méridionale de l'axe de la terre. Ce mot tire ſon origine de deux mots grecs qui ſignifient *vis-à-vis* & *ourſe*. Le pôle nord eſt appelé *arctique* qui ſignifie *ourſe*, parce que ce pôle eſt près de la dernière étoile de la queue de la petite ourſe. Le pôle ſud ou du midi, qui, oppoſé au pôle arctique, a donc été nommé pôle *antarctique*, qui eſt ſynonyme de *pôle-ſud*, *pôle méridional*, de *pôle auſtral*.

Le *cercle antarctique*, ou cercle polaire *antarctique*, eſt un des petits cercles de la ſphère; il eſt parallèle à l'équateur, & en eſt éloigné de 66 degrés 32 minutes; conſéquemment il n'eſt éloigné du pôle antarctique que de 23 degrés 28 minutes. (*Voyez* PÔLE, CERCLE POLAIRE.)

ANTARÈS. C'eſt le nom d'une belle étoile, de la première grandeur, qui eſt dans la conſtellation du ſcorpion. On la voit à Paris dans le méridien, au commencement de juillet, à 9 heures & demie du ſoir, environ à 15 degrés de hauteur.

ANTÉCÉDENCE. Ce mot eſt peu uſité. Quelques aſtronomes l'ont employé pour déſigner le mouvement d'une planète contre l'ordre des ſignes, par exemple, des gemeaux dans le taureau, dans le bélier, &c. c'eſt-à-dire, d'orient en occident. Ils ſe ſont ſervis de même du terme de CONSÉQUENCE, *in conſequentia*, pour exprimer le mouvement d'une planète, lorſqu'il ſe fait ſelon l'ordre des ſignes, du bélier dans le taureau, dans les gemeaux, &c. c'eſt-à-dire, d'occident en orient. Vénus, par exemple, nous paroît avoir un mouvement en ANTÉCÉDENCE, *in antecedentia* ou *precedentia*, pendant tout le temps environ qu'elle décrit la partie inférieure de ſon orbite.

ANTÉCÉDENT. C'eſt le premier des deux termes qui compoſent une raiſon ou un rapport. Dans la raiſon de 2 à 4, 2 eſt l'antécédent & 4 le conſéquent.

ANTÉCIENS. On nomme *antéciens* les peuples qui ont même longitude & ſemblable latitude. Ils ſont ſous le même méridien & à diſtances égales de l'équateur; mais les uns ſont dans l'hémiſphère méridional, & les autres dans l'hémiſphère ſeptentrional; d'où il ſuit, 1°. qu'ils ont midi & minuit au même inſtant, puiſqu'ils ont la même longitude, étant ſous le même méridien; 2°. qu'ils ont des élévations de pôles égales, leur latitude étant d'un même nombre de degrés. La ſeule différence eſt que la latitude des uns eſt ſeptentrionale, tandis que celle des autres eſt méridionale; 3°. que leurs ſaiſons ſont oppoſées; les uns ont l'hiver tandis que les autres ſont en été, & ainſi du printemps & de l'automne.

4°. Les *antéciens* ont même longueur de jour & de nuit, mais en des ſaiſons différentes : les uns ont midi du plus long jour d'été, tandis que les autres ont midi du jour le plus court d'hiver, & la nuit des uns eſt toujours égale au jour des autres; de plus, les étoiles qui ne ſe lèvent jamais pour les uns, ne ſe couchent pas pour les autres.

La *figure* 48 repréſente les *antéciens* en A & en B; le méridien eſt A B C D E A; E C eſt l'axe de la terre, & O D eſt l'équateur.

ANTICHTONES. Peuples qui habitent des contrées de la terre diamétralement oppoſées. En ce ſens, ce mot eſt ſynonyme à *antipodes*, (*Voyez* ANTIPODES) & il eſt très-peu uſité. Quelques anciens ont dit que les peuples qui habitoient l'hémiſphère ſeptentrional étoient les *antichtones* des peuples de l'hémiſphère méridional, réciproquement.

ANTI-CRÉPUSCULE. L'anti-crépuſcule eſt une lumière qui peu avant le lever du ſoleil, ou peu après ſon coucher, paroît à l'endroit du ciel directement oppoſé à celui où eſt le véritable crépuſcule. Cette lumière qui n'eſt ordinairement aperçue que dans les temps ſereins, eſt d'autant moins vive qu'elle eſt plus près de l'horiſon; de ſorte que ſa lumière diffère de celle du crépuſcule par ſon oppoſition & par ſon renverſement. Funccius dans ſon livre *de coloribus cœli* (Sect. IV, § 30, Ulm, en 1716) paroît être le premier qui en ait fait mention. M. Crammer & M. de Mairan s'en ſont auſſi occupés.

Ce phénomène qui eſt purement optique, paroît immédiatement ſur l'horiſon, ſous la forme d'une eſpèce de ſegment obſcur, bleuâtre & pourpré, ſurmonté d'un arc lumineux & coloré, blanchâtre, orangé, & enfin couleur de roſe à ſon bord ſupérieur, tirant quelquefois ſur la couleur de feu. Cet anti-crépuſcule eſt dû à la réfraction & à la réflexion combinées des rayons du ſoleil, qui vont frapper la partie ſupérieure du ciel ou de l'air, juſqu'où ils peuvent atteindre, à-peu-près comme ſur une voûte, d'où ils ſeront réfléchis à l'oppoſite du crépuſcule.

Le ſoleil s'enfonçant ſous l'horiſon, plus le crépuſcule s'abaiſſe, plus auſſi ordinairement l'anti-crépuſcule s'élève, & la génération de l'arc anti-crépuſculaire, ſa hauteur apparente, ſa grandeur & ſes couleurs, ſont donc tout-à-fait analogues à celles de l'arc-en-ciel ordinaire. Les différences qu'on peut y remarquer, ne viennent que de ce que dans l'un, les réfractions & les réflexions ſe font ſur des parties ou ſur des couches d'air, au lieu que dans l'autre, c'eſt ſur des gouttelettes d'eau ſphériques où la lumière ſouffre, comme on ſait, une double réfraction & une double réflexion, d'où naît auſſi le ſecond arc-en-ciel qu'on n'a jamais vu à l'anti-crépuſcule.

L'arc-en-ciel n'eſt vu que dans la couche de notre atmoſphère juſqu'où s'élèvent les particules d'eau ſphériques, & il n'eſt vu, par conſéquent, que fort bas, à une lieue de hauteur, tout au plus, tandis que l'arc anti-crépuſculaire peut être aperçu dans la couche d'air juſqu'où le crépuſcule eſt ſenſible, & par conſéquent à 15 ou 20 lieues plus haut. Auſſi cet arc ſe montre-t-il quelquefois, quoique le ſoleil ſoit enfoncé de pluſieurs degrés ſous l'horiſon, ce qui n'arrive jamais à l'arc-en-ciel. Il eſt inutile de dire ici que l'anti-crépuſcule diffère beaucoup de l'aurore boréale. *Traité phyſ. & hiſt. de l'aur. bor.* par M. de Mairan.

ANTIMOINE. C'eſt un demi-métal peſant, aigre & caſſant, d'un blanc brillant comme l'argent, qui paroît compoſé de lames longitudinales, ou aiguilles fragiles, appliquées dans leur longueur les unes ſur les autres. Lorſque rien n'a troublé ſa cryſ-

tallisation, il présente à sa surface des figures d'étoiles ou des ramifications. Ce demi-métal cristallise encore en pyramides trièdres, formées par des espèces de trémies implantées par leurs angles les unes sur les autres, & ces trémies sont le résultat de l'aggrégation de pyramides quadrangulaires ou d'octaèdres.

On trouve rarement de l'antimoine natif, le plus souvent ce demi-métal est combiné avec le soufre. Dans ce cas, on devroit l'appeler plutôt mine d'antimoine ou sulfure d'antimoine, qu'antimoine selon l'usage ordinaire, qui est impropre. Le soufre qui minéralise communément l'antimoine, se décèle bien facilement lorsqu'on en met un morceau sur des charbons ardens, car on voit aussitôt une fumée qui a une couleur bleue & une odeur pénétrante. C'est le soufre qui rend cette mine si aisée à fondre, qu'il suffit pour cet effet d'employer la flamme d'une bougie. Il paroît que c'est le soufre qui rend l'antimoine cassant. Quelquefois l'antimoine est aussi minéralisé avec l'arsenic. Ce demi-métal se volatilise facilement au feu. Si on le chauffe fortement dans des vaisseaux clos, il se volatilise en entier sans être décomposé. Si on le fond dans des vaisseaux ouverts, il s'oxide promptement; il s'en élève des fumées blanches & épaisses qui s'attachent au couvercle du creuset sous la forme de petites aiguilles blanches : c'est un oxide métallique sublimé, auquel on a donné le nom impropre de *fleurs* ou *neige d'antimoine*.

L'acide nitreux, (acide nitrique de la nouvelle nomenclature) attaque avec vivacité l'antimoine; il le décompose fortement, en oxide la plus grande partie, & en dissout une portion. L'acide muriatique agit plus difficilement sur ce demi-métal que les autres acides. L'eau régale ou acide nitro-muriatique dissout ce métal plus efficacement que chacun des acides qui le composent. L'acide sulfurique qu'on fait bouillir lentement sur le régule d'antimoine, est décomposé, & en oxide une partie.

L'action de l'air n'agit que très-peu sur l'arsenic; en cela ce demi-métal est bien différent du cuivre & du fer. On a observé que l'antimoine mêlé avec le fer, détruit son attractibilité par l'aimant & le prive de la communication magnétique. Ce demi-métal ne se dissout pas dans l'eau. Sa pesanteur spécifique, lorsqu'il est fondu, est de 67021. On trouvera tous les détails qu'on pourroit desirer sur cet objet, dans le dictionnaire de chimie de l'Encyclopédie, dans la chimie de Fourcroy, de Macquer, &c. auxquels nous renvoyons, parce que ce qui regarde les métaux & demi-métaux, n'ont que des rapports indirects avec la physique.

L'antimoine est employé dans la fonte des caractères d'imprimerie & dans quelques autres arts. En médecine on emploie quelques-unes de ses préparations comme émétique.

ANTINOUS. C'est une des constellations septentrionales; elle est contiguë à la constellation de l'aigle; la plupart des astronomes n'en font même qu'une avec celle de l'aigle. *Voyez* des cartes & des globes célestes.

ANTIPATHIE *physique*. C'est l'opposition naturelle & invincible qu'on prétend exister entre certains êtres. On croit qu'il y en a entre plusieurs espèces d'animaux, comme entre le crapaud & la belette; & dans quelques personnes, relativement à certains objets. on a cité, d'après le docteur Mather, dans les *transactions philosophiques* le fait d'une demoiselle de la nouvelle Angleterre, qui s'évanouit en voyant quelqu'un se couper les ongles avec un couteau, quoiqu'elle ne fût nullement émue en les voyant couper avec une paire de ciseaux. Il y en a qui ont cru qu'un tambour de peau de loup fait casser un tambour de peau de brebis, & que les poules s'envolent au son d'une harpe garnie de cordes faites des boyaux d'un renard.

Les péripatéticiens disoient que les *antipathies* provenoient de certaines qualités occultes, inhérentes dans les corps. D'autres ont cru expliquer les *antipathies*, en regardant notre corps « comme une espèce de clavecin, dont les nerfs sont les cordes. Le degré de tension dans les nerfs, diffère dans chaque homme, ce qui occasionne, disent-ils, un ébranlement différent de la part du même objet; & si cet ébranlement est tel qu'il produise une sensation désagréable, voilà *l'antipathie*. Mais comment, dit M. d'Alembert, un degré de tension plus ou moins grand, & peut-être quelquefois peu différent, produit-il dans deux hommes des sensations toutes opposées? Voilà ce qu'on n'expliquera jamais; il ne s'agissoit que d'avouer son ignorance un peu plutôt. »

Il ne peut exister dans l'ordre moral des antipathies fondées sur les impressions désagréables, que plusieurs objets peuvent exciter en agissant sur les organes d'une manière particulière; & il est possible que ces impressions soient augmentées par plusieurs idées qui les ont accompagnées pour la première fois, & qui seront ensuite rappelées par le souvenir dans les mêmes circonstances. On ne peut non plus nier que plusieurs objets physiques, tels, par exemple, que certains alimens ne fassent sur les organes une impression désagréable, & conséquemment n'excitent dans quelques personnes une espèce d'aversion & de répugnance : l'expérience de tous les jours le démontre. Mais ces sortes d'*antipathies*, improprement dites, ne sont point invincibles; car on voit souvent des personnes rechercher des objets moraux ou physiques, dont elles avoient eu auparavant de l'éloignement.

Les exemples d'*antipathies* proprement dites, qu'on a cités au commencement de cet article, ne

sont point prouvés ; ce sont des absurdités complètes, qui ne méritent aucune réfutation sérieuse. Les anciens ouvrages en sont pleins ; on entend encore quelquefois dans la société des vieillards, rapporter des exemples de ce genre. Mais ce ne sont que ceux qui ont forte dose de crédulité ; il suffit de réfléchir sur le défaut de rapport qu'il y a entre l'effet supposé & la prétendue cause, pour être persuadé de la fausseté de l'opinion qui admet des antipathies : d'ailleurs on en sera bientôt convaincu en répétant l'expérience prétendue du tambour, celle des cordes de renard, &c.

ANTIPÉRISTASE. On a défini l'*antipéristase*, l'action de deux qualités contraires, dont l'une par son opposition excite & fortifie l'autre. Les péripatéticiens, & tous ceux qui ont suivi leur doctrine, non-seulement ont admis l'*antipéristase*, mais encore lui ont fait jouer un très-grand rôle dans la plupart des explications des phénomènes de la physique. Ce mot vuide de sens a été pour eux de la plus grande ressource.

C'est par l'effet de l'*antipéristase*, c'est-à-dire, par l'effet de l'activité d'une qualité augmentée par l'opposition d'une autre qualité, que le froid, en bien des occasions, augmente le degré de la chaleur, & l'humide celui de la sécheresse ; « qu'en été le froid chassé de la terre & de l'eau par les brûlantes ardeurs du soleil, se retire dans la moyenne région de l'air, & s'y défend contre la chaleur qui est au-dessus, & contre celle qui au-dessous de lui ; de même en été, dit-on, quand l'air qui nous environne est d'une chaleur étouffante, nous trouvons la qualité contraire dans les souterrains & dans les caves : au contraire en hiver, quand le froid fait geler les lacs & les rivières, l'air enfermé dans les souterrains & les caves, devient l'asyle de la chaleur ; l'eau fraichement tirée des puits & des sources profondes en hiver, est non-seulement chaude, mais encore sensiblement fumante. » C'est par l'effet de l'*antipéristase*, c'est-à-dire, de l'action par laquelle un corps auquel un autre résiste, devient plus fort à cause de l'opposition qu'il éprouve ; que de la chaux vive prend feu par la simple effusion de l'eau froide ; que le feu est plus en hiver qu'en été ; c'est encore par *antipéristase* que sont produits le tonnerre & les éclairs dans la moyenne région où le froid est perpétuel, &c. &c. M. Boyle a examiné cette opinion avec beaucoup de soin dans son histoite du froid.

Il est peu d'opinions de l'ancienne école plus absurde que celle de l'*antipéristase* ; car enfin, dit très-judicieusement M. d'Alembert, dans un article dont la substance se trouve dans celui-ci, il est naturel de penser qu'un contraire n'en fortifie point un autre, mais qu'il le détruit ; est-ce que le froid & la chaleur, par exemple, sont environnés de leur contraire, comme si chacune de ces qualités avoit une intelligence, & prévoyoit qu'en négligeant de rappeler toutes ses forces, & de s'en faire un rempart contre son ennemi, elle périroit inévitablement : c'est là transformer des agens physiques en agens moraux,

Les observations & les expériences, citées en faveur de l'*antipéristase*, sont bien éloignées d'être concluantes. L'effervescence de la chaux vive sur laquelle on verse de l'eau chaude, a également lieu comme par l'effusion de l'eau froide. D'ailleurs, cette effervescence dépend d'une cause qui sera exposée dans les articles où on traitera des GAZ, & on ne pourroit ici l'entendre, qu'en rapportant plusieurs principes modernes, qui exigeroient une trop grande étendue pour cet article particulier, où ils n'ont qu'un rapport indirect.

Si l'on peut faire geler de l'eau dans un bassin plongé dans un mélange de neige & de sel auprès du feu, ce n'est point l'effet de l'*antipéristase*, puisque l'effet est le même sans aucun feu, ainsi que Boyle l'a éprouvé, & tout le monde peut répéter cette expérience avec un égal succès. Ce n'est point non plus par un effet de l'*antipéristase*, que deux gouttes d'eau se rapprochent en globules sur une table ; c'est l'attraction qui produit cet effet. (*Voyez* ATTRACTION.)

Si la grêle ne s'engendre qu'en été, ce n'est pas parce que le froid de la basse région où l'on suppose que la grêle se forme, est augmenté par la chaleur qui règne dans l'air voisin de la terre, comme on le verra aux articles MÉTÉORES, GRÊLE.

La fraîcheur que l'on ressent en été dans les caves & les souterrains, & la chaleur qu'on y éprouve en hiver, ne prouvent point l'existence de l'*antipéristase*, puisque les expériences les plus exactes & les plus constantes, faites avec le thermomètre, démontrent que la température est toujours la même dans les caves profondes, comme celles de l'observatoire de Paris, par exemple ; quant à celles qui ont peu de profondeur, il est sûr qu'elles sont plus chaudes en été qu'en hiver. Si cependant nous jugeons le contraire, c'est une erreur dans laquelle nous entraînent les sensations que nous éprouvons dans ces différentes circonstances. Lorsqu'en été nous descendons dans des souterrains, nous passons de l'air de l'atmosphère qui est échauffé, dans des lieux où la température est de beaucoup inférieure ; nous passons d'une température de vingt degrés, par exemple, à une autre qui est constamment de dix degrés ; nous devons donc éprouver de la fraîcheur. En hiver, au contraire, si le thermomètre exposé à l'air est, par exemple, de 5 degrés au dessus de zéro, nous devons ressentir de la chaleur en entrant dans des caves qui sont constamment à dix degrés. *Voyez* CHALEUR, FROID, CAVES.

Cette

Cette vapeur ou espèce de fumée qui s'élève des eaux qu'on tire des puits profonds en hiver, & qu'on n'aperçoit pas en été, ne prouve pas non plus que ces eaux soient plus chaudes en hiver qu'en été, par un effet de l'*antipéristase*; car le thermomètre, juge infaillible de la chaleur des corps, fait voir clairement le contraire. Cet effet dépend seulement du plus grand froid qui règne dans l'air, & non de la plus grande chaleur de l'eau; puisque celle-ci étant à la température des lieux profonds, conserve constamment environ 10 degrés de chaleur pendant toute l'année. Mais en hiver, les vapeurs qui s'elèvent d'une eau qui a plus de *calorique* ou de matière de chaleur, que l'air ambiant, étant condensées par le froid, deviennent visibles; tandis qu'en été, au contraire, elles sont trop raréfiées & atténuées pour être visibles. C'est par le même principe que l'haleine qui sort de nos poumons en hiver, devient sensible par la condensation que le froid de l'atmosphère lui fait éprouver, & qu'elle est au contraire imperceptible en été, le rapprochement des parties aqueuses n'ayant pas lieu à cause de la grande différence de température.

ANTIPODES. Ce mot signifie, quant à son origine, des habitans qui ont les pieds diamétralement opposés, *anti* contre, *podos* pieds: tels sont tous les peuples qui sont dans des lieux diamétralement opposés. Les *antipodes* sont ceux qui ont une latitude égale, mais en hémisphères différens, & qui sont éloignés en longitude de 180 degrés. De cette définition, il résulte que les *antipodes* ont une latitude septentrionale, tandis que les autres en ont une méridionale, (à moins qu'ils ne soient situés sous l'équateur) mais leur latitude est d'un nombre égal de degrés. Leurs saisons sont donc opposées; les uns ont l'hiver quand les autres ont l'été. Les plus longs jours des premiers répondent aux jours les plus courts des seconds. Lorsqu'il est midi chez ceux-là, il est minuit chez ceux-ci; le zénith des uns est le nadir des autres; mais ils ont le même horison, & quand le soleil se lève pour les uns, il se couche pour les autres; en un mot, les antipodes sont opposés en tout, en saisons, en jours & en heures.

Une remarque importante de M. d'Alembert, & qu'il est à-propos de conserver, c'est que les antipodes ne souffrent qu'*à-peu-près* & non exactement le même degré de chaud & de froid; car, 1°. il y a bien des circonstances particulières qui peuvent modifier l'action de la chaleur solaire, & qui font souvent que des peuples, situés sous le même climat, ne jouissent pourtant pas de la même température. Ces circonstances sont en général, la position des montagnes, le voisinage ou l'éloignement de la mer, les vents, &c. 2°. Le soleil n'est pas durant toute l'année à la même distance de la terre; il en est sensiblement plus éloigné au mois de juin qu'au mois de janvier: d'où il s'ensuit que toutes choses d'ailleurs égales, notre été en France doit être moins chaud que celui de nos *antipodes*, & notre hiver moins froid. Aussi trouve-t-on de la glace dans les mers de l'hémisphère méridional, à une distance beaucoup moindre de l'équateur, que dans l'hémisphère septentrional. Les antipodes de Paris sont dans la mer du sud, près de la nouvelle Zélande.

[Ce qu'il y a de plus propre aux antipodes, & en quoi seulement nous les considérons ici, c'est d'être dans des lieux diamétralement opposés entr'eux sur le globe terrestre; de manière qu'ayant mené une perpendiculaire ou une verticale à un lieu quelconque, & qui, par conséquent, passe par le zénith de ce lieu, l'endroit opposé de la surface du globe, que cette verticale prolongée ira couper, en soit l'*antipode*. Tout le reste n'est qu'accessoire à cette idée, dans la supposition énoncée ou tacite de la sphéricité de la terre; car si la terre n'est point une sphère; si c'est un sphéroïde elliptique, applati ou alongé vers les pôles, il n'y a plus d'*antipodes* réciproques; c'est-à-dire, par exemple, qu'ayant mené une ligne par le zénith de Paris & par le centre de cette ville, qui est dans l'émisphère boréal, cette ligne ira couper l'hémisphère austral en un point qui sera l'*antipode* de Paris, mais dont Paris ne sera pas l'*antipode*; ainsi l'égalité réciproque de position, de latitude, de jour & de nuit dans les hémisphères opposés, à six mois de différence, & tout ce qu'on a coutume de renfermer dans l'idée des *antipodes*, comme inséparable, ne l'est plus, & doit effectivement en être séparé, dès que l'on déroge à la sphéricité de la terre. Il ne faut qu'un peu d'attention pour s'en convaincre.

Tout ceci est fondé sur ce que la sphère, ou pour simplifier cette théorie, est la seule figure régulière que tous les diamètres passans par son centre coupent à angles droits. Donc en toute figure terminée par une autre courbe, dans l'ellipse, par exemple, la perpendiculaire menée à un de ses points ou à sa tangente, excepté les deux axes, répondent ici à la ligne des pôles, ou à un diamètre quelconque de l'équateur, ne sauroit passer par son centre, ni aller rencontrer la partie opposée du méridien elliptique à angles droits. Donc le nadir de Paris n'est pas le zénith de son *antipode*, & réciproquement.

Si l'on élevoit au milieu de Paris une colonne bien perpendiculaire à la surface de la terre, elle ne seroit pas dans la même ligne que celle qu'on éleveroit parallèlement au point *antipode* de Paris; mais elle en déclineroit par un angle plus ou moins grand, selon que l'ellipse ou le méridien elliptique différeroit plus ou moins du cercle. La latitude de l'un ou de l'autre de ces deux points différera donc en même raison, & conséquemment la longueur des jours & des nuits, des mêmes saisons, &c.

Les lieux situés à l'un & à l'autre pôle, ou sur l'équateur, en sont exceptés, parce que dans le premier cas, c'est un des axes de l'ellipse qui joint les deux points; & que dans le second il s'agit toujours d'un cercle dont l'autre axe de l'ellipse est le diamètre; le sphéroïde quelconque, applati ou alongé, étant toujours imaginé résulter de la révolution du méridien elliptique autour de l'axe du monde. *Voyez Hist. Acad.* 1741.]

On pense assez communément que Platon est le premier qui ait soupçonné la possibilité des *antipodes*; mais cette opinion ne fit pas fortune, ou du moins elle se perdit dans la suite des siècles; car Lucrèce & Pline, Lactance & St. Augustin l'ont réfutée; Dans le 8e. siècle, le Pape Zacharie condamna comme hérétique le prêtre Virgile, pour avoir soutenu qu'il y avoit des antipodes. Mais actuellement il est de la dernière certitude que les antipodes existent; car tous les voyageurs qui ont fait le tour du monde, ont été à nos antipodes, & à ceux des principaux endroits de notre hémisphère supérieur. MM. Bougainville, Biron, Carteret, Wallis, Cook dans ses trois voyages, M. de la Peyrouse, &c. ont démontré cette vérité de la manière la plus évidente.

La plupart de ceux qui ne sont pas familiarisés avec les objets de physique, ont de la peine à s'imaginer comment nos antipodes ne tombent pas; comment leurs pieds sont attachés à la terre. Cette difficulté disparoîtra bientôt, si en jettant les yeux sur la figure 49, on fait le raisonnement suivant. Les peuples en A ou en C sont les *antipodes* de ceux qui habitent en B ou en D; puisqu'ils sont dans les circonstances que nous avons expliquées dans la définition de ce terme. Pour plus de facilité, ne considérons que les antipodes qui sont sous l'équateur A B, en A & en B. Un homme supposé en A, (il en est de même de tous les autres corps) est poussé ou attiré continuellement vers le centre G de la terre; si on l'élève vers H, & qu'on l'abandonne ensuite, il tombera sur la surface de la terre, & tendra vers le centre G, qui est le centre de tous les corps graves, & qui les attire tous continuellement. En tombant ainsi de H en A, il descend, parce que descendre c'est s'approcher du centre de la terre, & que monter, c'est s'en éloigner. Ainsi, avant que de tomber de H en A, il avoit monté d'A en H. Supposons maintenant que cet homme ait été successivement d'A en C, de C en E, & de E en B, après avoir parcouru un demi-méridien ou 180 degrés; ses pieds seront en B adhérens à la terre, comme ils l'ont été dans les points successifs de la demi-circonférence A E B qu'il a parcourue. Parvenu en B, cet homme montera donc; s'il s'élève en H, il descendra donc; s'il s'approche de B, & conséquemment du centre G, la force de la pesanteur, de la gravité, de l'attraction le portera donc constamment vers G, de la même manière qu'elle l'a fait tendre vers ce centre dans tous les points de la demi-circonférence qu'il a décrits en cheminant d'A en B par E. Par conséquent, cet homme arrivé en B, ne peut point être porté vers H par une force naturelle, telle que la pesanteur; il ne peut que tendre vers G; & il y tomberoit effectivement, si l'on faisoit une ouverture de B en H; mais jamais, abandonné à lui-même, il ne pourra être porté vers H, parce que la pesanteur fait tendre tous les corps à se rapprocher du centre de la terre, & non à s'en éloigner.

ANTI-THERMOPSICRE. C'est le nom que M. de Lamanon a donné à une espèce de double thermomètre ou thermomètre à deux boules adaptées à deux tubes unis à un troisième tube, comme on le voit dans la *figure* 194. Ce physicien, desirant connoître l'effet que produiroient sur le mercure l'action de la chaleur de l'eau bouillante, & celle du froid de la glace qui fond; appliquées dans le même instant au thermomètre, a imaginé *l'anti-termopsicre*, instrument dont le nom dérivé du grec désigne une espèce de combat entre la chaleur & le froid, qui doit résulter de l'expérience.

Les deux boules A & B sont remplies de mercure, ainsi que les deux tubes disposés angulairement qui correspondent à ces deux boules. Ces deux tubes sont soudés à un tuyau commun E E, o o. Les deux thermomètres A & B sont réglés à l'ordinaire, en prenant deux points fixes, celui de la glace fondante, marqué o o; & celui de l'eau bouillante noté E E. Monsieur de Lamanon pensoit que si *l'anti-termopsicre* étoit bien fait, le mercure s'arrêteroit à 40 degrés, ou à la moitié de l'intervalle compris entre ces deux points extrêmes, lorsqu'on plongeroit en même temps une boule dans la glace fondante, & l'autre dans l'eau bouillante. Mais quelque soin qu'on ait apporté jusqu'à présent pour faire cet instrument, on n'a pu réussir à lui donner la perfection imaginée; une boule est toujours réellement plus grosse que l'autre, quoiqu'on les croie égales, à en juger par l'inspection. Les verres ont plus ou moins d'épaisseur, & les diamètres intérieurs plus ou moins grands; aussi le mercure ne s'arrête-t-il jamais au point du milieu 40.

ANTISCIENS. Parmi les divisions qu'on a faites des habitans de la terre, il y en a une qui est établie d'après les ombres à l'heure de midi. On a donc nommé *Antisciens*, de deux mots grecs, qui signifie *contre* & *ombre*, les peuples qui habitent de différens côtés de l'équateur, & dont les ombres ont à midi des directions opposées. Les peuples du nord sont donc antisciens à ceux du midi; les uns ayant leurs ombres dirigées à midi vers le pôle arctique, & les autres les ayant tournées vers le pôle antarctique. On ne doit pas confondre les *Antisciens* avec les *Antéciens*. Voyez ANTÉCIENS.

ANTROPOGRAPHIE. C'eſt la deſcription de l'homme : pluſieurs anatomiſtes ont donné ce nom aux ouvrages qu'ils ont compoſés pour décrire les différentes parties du corps humain.

ANTROPOLOGIE. On donne ce nom à divers traités de l'homme, que différens auteurs ont faits. Le mot d'ANTROPOSOMATOLOGIE ſignifie la même choſe.

ANTROPOPHAGES. Ce ſont des peuples qui vivent de chair humaine; le capitaine Cook dans ſes divers voyages, a trouvé des Antropophages, & a ainſi confirmé ce fait qui avoit été révoqué en doute par quelques écrivains.

AOUT. C'eſt le huitième de l'année ; ſon nom lui vient d'Auguſte, empereur romain; il a 31 jours. Ce mois étoit appelé *ſextilis* dans l'ancien calendrier de Numa, parce qu'il étoit le ſixième mois. Sa *lettre fériale* eſt C. Le ſoleil pendant ce mois paroît parcourir la plus grande partie du lion, un des ſignes du zodiaque : & le 23 il entre dans le ſigne de la vierge. Mais, dans la réalité, le ſoleil étant immobile, c'eſt la terre qui parcourt le ſigne du verſeau, qui eſt diamétralement oppoſé à celui du lion.

Une obſervation très-conſtante prouve que les mois de juillet & d'août ſont les mois les plus chauds de l'année pour nous, quoique le ſoleil commence à s'éloigner de notre zénith dès le 21 juin. Voyez-en la raiſon à l'article CHALEUR *des différens climats de la terre.*

APHÉLIE, ce mot d'origne grecque, comme la plupart des mots employés dans les ſciences, eſt compoſé des deux termes *longè*, *ſol* ; il déſigne dans l'orbite de la terre ou d'une planète quelconque, le point le plus éloigné du ſoleil. Les orbites des planètes étant des ellipſes dont le ſoleil occupe un des foyers, il eſt évident que dans le cours d'une révolution, une planète commencera par s'approcher de l'aphélie, qu'elle y ſera enſuite, qu'elle s'en éloignera après ſucceſſivement pour s'en approcher de nouveau ; en jetant un coup-d'œil ſur la *fig.* 53, on verra que l'orbite de la terre ou d'une autre planète étant la courbe elliplique A B G P E D A, le point A eſt l'*aphélie* ; que la terre étant en A ſera dans ſon *aphélie*, c'eſt-à-dire, dans ſon plus grand éloignement du ſoleil qui eſt au foyer S. Le point P eſt le *périhélie*, ou point le plus proche du foyer ; c'eſt celui de la plus petite diſtance de la terre au ſoleil ; E & G ſont ceux des *moyennes diſtances*. *Voyez* DISTANCES ASTRONOMIQUES. C'eſt le centre de l'ellipſe.

Les aphélies des planètes primitives ſont mobiles ; car l'action mutuelle qu'elles exercent les unes ſur les autres, fait que ces points de leurs orbites ſont dans un mouvement continuel qui eſt plus ou moins ſenſible, & dont la direction eſt ſelon l'ordre des ſignes : ce mouvement eſt en raiſon ſeſquipliquée des diſtances de ces planètes au ſoleil, c'eſt-à-dire, comme les racines quarrées des cubes de ces diſtances.

[Si donc l'*aphélie* de mars fait 35 minutes, ſelon l'ordre des ſignes, relativement aux étoiles fixes, dans l'eſpace de 100 ans ; les *aphélies* de la terre, de vénus & de mercure, feront, dit d'Alembert, dans le même ſens & dans le même intervalle de temps, 18 minutes 36 ſecondes, 11 minutes 27 ſecondes, & 4 minutes 29 ſecondes. Cependant le mouvement de l'*aphélie* des planètes étant peu conſidérable, il n'eſt pas encore parfaitement bien connu des aſtronomes. Par exemple, ſelon M. Newton, le mouvement de l'*aphélie* de mercure eſt plus grand qu'on ne l'avoit ſuppoſé juſqu'à lui. Ce mouvement, déduit de ſa théorie, eſt de 1 degré 27 minutes 20 ſecondes en 100 ans, à raiſon de 52 ſecondes & un deuxième par année.

Les auteurs ſont encore bien moins d'accord ſur le mouvement de l'*aphélie* de ſaturne. M. Newton a fait d'abord celui de mars de 1 dégré 58 minutes & un tiers en 100 ans, & il l'a enſuite établie de 33 minutes 20 ſecondes. *Voyez* MARS, SATURNE, VÉNUS, &c. *Inſtructions aſtronomiques de M. Lemonier.* Le docteur Halley a donné une méthode pour trouver géométriquement l'*aphélie* des planètes. *Tranſact. philoſ.* N°. 128.

Kepler place l'aphélie de ſaturne pour l'année 1700, aux 28 degrés 3 minutes 44 ſecondes du ſagittaire : de la Hire, aux 29 degrés 14 minutes 41 ſecondes.

Celui de jupiter aux 8 degrés 10 minutes 40 ſecondes de la balance : de la Hire, aux 10 degrés 17 minutes 14 ſecondes.

Celui de mars, au 0 degré 51 minutes 29 ſecondes de la vierge : de la Hire, au 0 degré 35 minutes 25 ſecondes.

Celui de la terre, aux 8 degrés 25 minutes 30 ſecondes du cancer : & celui de vénus, aux 3 degrés 24 minutes 27 ſecondes du verſeau : de la Hire place celui-ci aux 6 dégrés 56 minutes 10 ſecondes.

Celui de mercure, aux 15 degrés 44 minutes 29 ſecondes du ſagittaire ; & de la Hire, aux 13 degrés 3 minutes 40 ſecondes.]

Mouvement annuel de l'aphélie des planètes.

1°. Selon Kepler.

Saturne.	1 min. . . .	10 ſec.
Jupiter.	0	47 . . .
Mars.	1	7 . . .
Vénus.	1	18 . . .
Mercure.	1	45 . . .

2°. Selon M. de la Hire.

Saturne.	1 min.		22 sec.	
Jupiter.	1		34	
Mars.	1		7	
Vénus.	1		26	
Mercure.	1		30	

3°. Selon M. Cassini pour 1750.

Saturne.	1 min.	18 sec.	0 tierc.
Jupiter.	1	57	24
Mars.	1	11	47 ½
Vénus.	1	26	0
Mercure.	1	20	0

M. Cassini ne s'est pas contenté de déterminer le mouvement moyen annuel de l'*aphélie* des planètes, comme on vient de le voir, il a encore assigné le lieu de l'aphélie des planètes pour l'année 1750, & on pourra en faire la comparaison avec les déterminations de Kepler & de la Hire.

M. Cassini place le lieu de l'aphélie des planètes dans l'ordre suivant:

L'aphélie de sat. est au	8ᵉ *sig.*	29 *d.*	13 *m.*	31 *s.*
Celui de jupiter est au	6	10	14	33
Celui de mars	5	1	36	9
L'aphélie de vénus	10	7	38	0
Celui de mercure	8	13	41	10

M. de la Lande a fait également sur les planètes des calculs dont voici les résultats:

Planètes.	Aphélie.			Mouvement.		
Saturne.	8 signe	29 deg.	53 m.	2 deg.	23 m.	20 s.
Jupiter.	6	10	22	1	43	20
Mars.	5	1	28	1	51	40
Vénus.	10	8	13	4	10	0
Mercure.	8	13	33		57	40
La Terre.	9	8	39	1	49	10

Pour avoir le lieu de l'*aphélie* en 1750, avec le changement pour 100 ans, dit l'astronome que nous venons de citer, il devroit n'être que de 1 degré 23 minutes 54 secondes, comme celui de la précession des équinoxes; si les *aphélies* étoient aussi fixes que les étoiles, & qu'ils n'eussent d'autre changement de longitude que celui qui vient de la rétrogradation du point équinoxial, d'où l'on compte ces longitudes; mais il est prouvé que tous les *aphélies* ont un mouvement causé par l'attraction des autres planètes, ainsi que la lune, dont l'apogée a un mouvement rapide causé par l'attraction du soleil. Ceux qui seront curieux de voir le calcul de ce mouvement de l'aphélie, produit par les attractions étrangères, pourront avoir recours à l'astronomie de M. de la Lande, aux ouvrages de MM. Euler, Clairaut d'Alembert, sur l'attraction. (*Voyez* APSIDES, PÉRIHÉLIE, APOGÉE, PÉRIGÉE.)

APLOMB. Ce terme désigne une situation verticale & perpendiculaire à l'horison. Un fil à plomb, est un fil qui soutient un poids, & qui se dirige de lui-même dans une situation verticale, lorsqu'il est suspendu librement. Lorsque dans des instrumens de physique, il faut que le montant principal soit pour le succès de l'expérience, placé perpendiculairement à l'horison, on a soin d'y joindre un fil à plomb, dont la pointe inférieure doit répondre à un point placé directement sous le point de suspension. Pour cet effet on tourne à droite ou à gauche les vis qui sont aux coins de la tablette inférieure & horisontale sur laquelle est fixé le montant vertical.

APODOPNIQUE, *soufflet apodopnique*, c'est-à-dire, soufflet propre à rétablir la respiration dans les personnes tombées en asphixie. Lorsqu'on examine quels sont les secours qui ont eu des succès dans le traitement de l'asphixie, on verra que ce n'est qu'en rappelant l'irritabilité, & en ranimant la circulation au moyen du rétablissement de la respiration, que ces secours ont eu de l'efficacité: aussi la cessation de la respiration est-elle assez généralement regardée comme la véritable cause de la mort des asphixiques; c'est pourquoi le moyen qui rétablira le plus promptement & le plus aisément cette fonction, est le meilleur secours contre l'asphixie.

De tout temps l'insufflation de l'air dans les poumons, a été conseillée & pratiquée avec succès; mais ce moyen avoit plusieurs inconvéniens attachés à son usage, entr'autres celui d'injecter, dans les poumons de l'asphixique, un air moins propre à la respiration; car on sait que l'air, tel qu'il sort des poumons, a perdu en plus ou moins grande quantité son air vital, seul fluide d'entretenir la vie des animaux, & qu'il ne contient presque plus que ce gaz méphitique auquel les modernes ont donné le nom de *mofette atmosphérique.*

L'usage du soufflet ordinaire pour injecter de l'air dans le poumon, n'est pas sans défaut. L'air qu'il fournit, est, à la vérité, aussi pur que celui que procure l'atmosphère qui l'entoure; mais on n'est point assuré que par le moyen de ce soufflet, on introduise de l'air dans les poumons. La raison en est que les poumons d'un asphixique étant déjà remplis d'un air méphitique, il faut, pour y injecter du nouvel air, en extraire indispensablement

celui qui s'y trouve. Les gaz méphitiques étant aussi plus pesans que l'air atmosphérique, fournissent encore un nouvel obstacle à leur déplacement. Il faut donc trouver un moyen qui commence par pomper le gaz contenu dans les poumons, & qui lui rende au même instant un air pur & propre à la respiration.

M. de Gorcy, physicien de Neuf-Brisack, a imaginé récemment un instrument propre à obtenir ces effets, & lui a donné le nom de *soufflet apodopnique*. Il est composé de deux corps de soufflets joints ensemble, sans communication de l'un à l'autre. Le feuillet extérieur de chacun de ces soufflets, a une ouverture pratiquée pour y adapter une soupape. La partie inférieure par où l'air doit sortir, est faite aussi de manière à recevoir deux autres soupapes. A un pouce environ de ces soupapes, les deux conduits qui communiquent dans l'intérieur de chaque soufflet, se réunissent en un seul, terminé par un tuyau flexible, & dont l'extrémité est arrondie en canule, laquelle doit faire un coude, afin d'y être introduite plus facilement dans les narines.

Les soupapes sont faites comme celles de la machine pneumatique de Nairne. C'est une gorge de cuivre, fermée à un bout par une plaque de même métal, laquelle plaque est percée de six petits trous également éloignés les uns des autres. Cette plaque est recouverte d'un morceau de taffetas gommé, auquel on fait une petite incision transversale, de deux ou trois lignes, placée entre deux petits trous, dont elle est également distante. On a soin de fixer le taffetas, au moyen d'un fil fort, & tourné à l'entour de la gorge de cuivre. Cela posé, si l'on souffle par le côté de la plaque opposée au taffetas, l'air passant au travers des trous de la plaque, soulève le taffetas, & s'échappe par les incisions placées entre les trous. Si au contraire on souffle de l'autre côté, l'air applique le taffetas sur l'ouverture des petits trous, & les ferme exactement.

Ceci supposé, voici, d'après M. de Gorcy, la manière de placer ces soupapes. La première soupape A s'adapte sur le trou du feuillet A, *figure 249*, & le côté de la plaque qui porte le taffetas, est placé dans l'intérieur du soufflet; ce qui permet à l'air extérieur de pénétrer dans le soufflet, & l'empêche de refluer au-dehors. La seconde soupape est posée à l'extrémité du soufflet A par où l'air doit sortir; elle est dans un sens contraire à la première, c'est-à-dire, qu'elle doit laisser sortir l'air contenu dans le soufflet, & l'empêcher d'y rentrer. La troisième se trouve à côté de la seconde; mais placée dans le passage intérieur du soufflet D, elle fait le même effet que la première, c'est-à-dire, qu'elle livre à l'air extérieur l'entrée du soufflet, mais lui en défend la sortie. La quatrième enfin ressemble à la deuxième, en ce qu'elle laisse sortir l'air de l'intérieur du soufflet D, où elle occupe la même place que la première du soufflet A, & elle empêche l'air de l'extérieur d'y entrer. L'extrémité inférieure des deux soufflets, quoique percée par deux canaux différens au-dessus des soupapes, est cependant terminée pat un même tuyau, parce que l'air qui doit sortir & rentrer par ce canal, ne le fait qu'alternativement, quoique les mouvemens des soufflets soient simultanés.

Tout étant ainsi préparé, après avoir introduit la canule du tuyau flexible dans une narine, & tenant le soufflet par les deux manches L & M, on fait fermer exactement la bouche & l'autre narine, alors on déploie seulement le soufflet, & voici ce qui arrive: le côté A reçoit l'air extérieur par la soupape A, & nullement par la soupape B du tuyau. Le soufflet D, au contraire, se remplit par la soupape C, la soupape D restant fermée. Mais comme le tuyau communique avec l'air du poumon, c'est donc l'air qui se trouvoit dans cet organe qui a passé dans le soufflet D. Si on affaisse ensuite le soufflet, le côté A, qui est rempli d'air extérieur, le portera dans le poumon, & le côté D se vuidera de celui qu'il a pompé dans cet organe. En continuant la même manœuvre, on obligera, par ce moyen, la poitrine de l'asphixié d'exécuter le mouvement de la respiration. Mais on doit bien prendre garde de précipiter le mouvement du soufflet, car il faut imiter parfaitement la respiration naturelle.

La feuille qui sépare les deux soufflets a aussi un petit manche, afin de pouvoir fixer un des soufflets, lorsqu'on voudra n'en faire agir qu'un. Les soupapes A & D sont fermées extérieurement par un couvercle percé de plusieurs petits trous pour laisser passer l'air. Ce couvercle est vissé & n'est fait que dans l'intention d'empêcher l'approche des corps externes qui pourroient endommager le taffetas des soupapes.

Les bords extérieurs des soupapes A & D sont travaillés en vis pour recevoir le couvercle; mais cette vis a aussi une autre destination. Dans le cas où l'on voudra employer le gaz déphlogistiqué, ou air vital, au lieu de l'air commun, elle doit servir à recevoir l'extrémité d'un tuyau flexible, qui est adapté à une vessie remplie de ce gaz. Alors le soufflet A pompe l'air de cette vessie, pour l'injecter dans les poumons; mais comme l'air vital peut servir plusieurs fois à la respiration, & que par conséquent il est avantageux de ne point perdre celui qui n'a servi qu'une ou deux fois, on peut adapter aussi à la soupape D un tuyau semblable au premier, mais beaucoup plus long, dont l'autre extrémité ira se perdre dans la même vessie. Par ce moyen on ne perdra point d'air vital, & on le fera respirer autant de fois qu'on le désirera.

Nous plaçons à la suite de cet article le mot *pompe apodopnique*, parce qu'on en comprendra mieux l'usage après celui du soufflet.

APODOPNIQUE, *pompe apodopnique*. Cette machine dont le but, ainsi que celui du *soufflet apodopnique*, est de rétablir le mécanisme de la res-

piration dans les personnes asphixiées, est composée de deux cylindres de cuivre, égaux en hauteur & en diamètre, renfermant chacun un piston : ces deux pistons s'élèvent & s'abaissent ensemble par le moyen d'une manivelle commune. A la base de chaque cylindre sont deux soupapes, l'une placée à sa partie postérieure, l'autre du côté opposé, & toutes deux mobiles, de manière qu'elles deviennent réciproquement antagonistes dans les mouvemens alternatifs du piston. La soupape postérieure du cylindre gauche, (la machine vue antérieurement) s'ouvre de dehors en dedans quand le piston monte, & c'est par cette entrée que le cylindre reçoit l'air atmosphérique, qui remplit alors tout l'espace qui se trouve depuis la base du cylindre jusqu'à la hauteur du piston. On peut appeller cette soupape, soupape atmosphérique. En même temps l'autre soupape est destinée à s'ouvrir du dedans au dehors, quand le piston descend. Pendant ce second mouvement, l'autre soupape se ferme, comprimée par l'air atmosphérique, foulé par le piston. Ce fluide devant se porter où il y a moins de résistance, traversera conséquemment la soupape ouverte qu'on peut nommer soupape pulmonaire. Si on suppose qu'à cette soupape, il y ait une branche de tuyau, que ce tuyau soit prolongé par un petit cylindre de cuir souple, mais parfaitement clos, & qu'on conduise ce tube de cuir jusque dans la plaie, faite par la bronchotomie ; (dans les cas où la mâchoire d'un asphixique est tellement serrée qu'on ne pourroit injecter de l'air par la bouche) : alors on aura la route exacte que prend l'air pour arriver dans les poumons.

Le second cylindre ne diffère du premier que par la disposition de ses soupapes. La soupape pulmonaire à laquelle se trouve également vissée une autre branche du tuyau dont on a parlé, & qui se termine également par le petit tuyau de cuir, s'ouvre de dehors en dedans, quand le piston monte & attire par ce moyen l'air des poumons, pour venir se perdre dans l'intervalle du cylindre que laisse libre l'ascension du piston. Lorsqu'on fera descendre le piston, cette soupape se fermera, tandis que l'autre s'ouvrira du dedans au dehors, pour laisser passer l'air inspiré par la soupape pulmonaire.

Tout étant ainsi disposé, il paroît, dit M. Heus Courtois, auteur de cet instrument, dans son mémoire sur les asphixies, 1°. que chaque cylindre fait une inspiration, quand chaque piston monte : à savoir, le cylindre gauche inspire l'air extérieur par sa soupape atmosphérique ; le cylindre droit inspire l'air des poumons de l'asphixié par la soupape pulmonaire, ce qui produit dans le patient une expiration proprement dite. 2°. Quand les pistons descendent, chaque cylindre fait une expiration ; à savoir, le cylindre gauche par sa soupape pulmonaire se débarrasse en faveur des poumons, de l'air qu'il a inspiré par sa soupape atmosphérique ; ce qui forme pour le patient une inspiration proprement dite ; & le cylindre droit par sa soupape atmosphérique, se débarrasse de l'air qu'il a reçu des poumons par sa soupape pulmonaire.

Comme l'expiration de l'asphixié, déterminée par le jeu des soupapes, attire au dehors tout le fluide spumeux stationnaire dans les bronches, & qu'à la longue cette écume ramassée dans le cylindre, pourroit en troubler la manœuvre, l'auteur de cet instrument a pratiqué, au fond du cylindre, une gouttière dont la partie la plus large & la plus élevée commence au bas de la soupape pulmonaire, pour se terminer, en s'inclinant, au bord postérieur de la soupape atmosphérique ; c'est un égout par lequel s'échappe le fluide dont il faut débarrasser les poumons. On peut, en élevant plus ou moins le piston déterminer la quantité d'air qu'il faut injecter dans les poumons à chaque inspiration, selon que la machine sera appliquée à un homme ou à un enfant.

On a soumis divers animaux à l'effet de cette *pompe apodopnique ;* & aussitôt on a vu leurs poumons se dilater & se resserrer selon le mouvement d'élévation & d'abaissement imprimé aux pistons. On a même poussé plus loin l'expérience ; & après avoir coupé quelques tranches de la surface d'un poumon, on a vu & senti l'air s'échapper par toutes les routes qu'avoit ouvertes la section, & ces mêmes routes se resserroient dans l'inspiration de la pompe. Cette pompe est donc une machine qui respire ; mais, par l'appareil qui l'accompagne, elle ne peut respirer qu'en faveur de l'organe qui ne respire plus, & elle lui communique ses deux états de respiration complète. Les cylindres de la pompe de M. Heus, & les poumons de l'asphixié, sont entr'eux dans le même rapport de mouvement que les ventricules du cœur & les oreillettes supposées.

APOGÉE. Ce mot, selon son étimologie, signifie *longè, terra ;* c'est le point de l'orbite du soleil ou d'une planète qui est le plus éloigné de la terre. Les courbes dans lesquels les planètes se meuvent réellement, & celle dans laquelle le soleil paroît faire sa course annuelle étant des ellipses, & l'astre autour duquel se font les révolutions étant situé au foyer, il est nécessaire que les distances varient sans cesse & qu'elles soient tantôt plus grandes, tantôt égales, & tantôt plus petites. De là résultent quatre principales positions, celle de l'*apogée*, du *périgée* & des deux *moyennes distances*.

Considérons l'ellipse A B G P E D A, *fig.* 53 ; comme l'orbe de la lune, & que la terre soit au foyer S. Lorsque la lune se mouvant autour de notre globe, sera en A, on dira qu'elle *apogée*, c'est-à-dire, dans sa plus grande distance de la terre S. La lune continuant à se mouvoir, arrivera au point E, & de là en P où est le *périgée ;* parvenue en G, elle sera à une *moyenne* distance de la terre, comme elle l'étoit en E.

La courbe elliptique de cette figure 53 peut être de même ſuppoſée l'orbite des autres planètes, car elles ſe meuvent toutes dans des orbes elliptiques : elles ſeront donc alors tantôt *apogées* & tantôt *périgées*, c'eſt-à-dire, tantôt plus éloignées, tantôt plus proches de la terre. Les planètes ſupérieures telles que ſaturne, jupiter & mars ſont dans leur *apogée*, lorſqu'elles ſont en conjonction avec le ſoleil; elles ſont dans leur *périgée*, dans le temps de leur oppoſition avec le ſoleil. Pour les planètes inférieures, ſavoir vénus & mercure; elles ſont dans leur *apogée* lorſqu'elles ſont dans leur conjonction ſupérieure; & dans leur *périgée* dans le temps de leur conjonction inferieure.

Cette figure peut encore repréſenter l'orbite que le ſoleil paroît décrire autour de la terre ſituée en S. Le ſoleil en A ſera dans ſon *apogée;* en P il ſera dans ſon *périgée*, & en E & G, dans ſes moyennes diſtances. D'ou on voit que l'*apogée* du ſoleil eſt la même choſe que l'*aphélie* de la terre; & que le *périgée* du ſoleil ne diffère pas non plus du *périhélie* de la terre, puiſque pour ces quatre dénominations, il n'y a que deux diſtances S A & S P.

Le lieu de l'apogée du ſoleil, au commencement de 1750, étoit à 3 ſignes 8 degrés 38 minutes 4 ſecondes ſuivant les tables de la Caille, & ſon mouvement, par rapport aux équinoxes, eſt de 1 degré 49 minutes 10 ſecondes par ſiècle. La cauſe de ce mouvement eſt l'attention des planètes, ſur-tout de vénus & de jupiter, ainſi que l'ont trouvé Euler, Clairaut & d'Alembert.

Diſtances apogées des planètes à la terre, en lieues de 2283 toiſes.

La lune	91,397
Mercure	47,657,222
Vénus	59,209,365
Mars	86,707,720
Jupiter	213,050,030
Saturne	362,106,200
Herſchel	689,960,080

La plus grande diſtance du ſoleil à la terre eſt 34,934,726 lieues. *Voyez* l'article Perigée, & Distances moyennes, Apsides.

APOJOVE. Ce nom, relativement aux satellites de jupiter, ſignifie à peu près la même choſe que celui d'apogée, par rapport à la lune qui eſt un ſatellite de la terre. La lune eſt apogée lorſqu'elle eſt dans ſon plus grand éloignement du globle de la terre. Les ſatellites de Jupiter ſont dans l'*apojove*, quand ils ſe trouvent dans le point de leur orbite le plus éloigné de jupiter leur planète principale. L'orbite de tous les ſatellites & de toutes les planètes étant une courbe elliptique dont l'aſtre principal occupe un des foyers, il eſt évident qu'un ſatellite doit être tantôt plus proche, tantôt plus éloigné de ſa planète principale. Dans ce dernier cas, un ſatellite de jupiter ſera *apojove*, comme un ſatellite de ſaturne ſeroit *apo-ſaturne*; & dans le premier, il ſeroit *péri-jove*, & l'autre *péri-ſaturne*. Lorſque les planètes principales ſont plus éloignées du ſoleil autour duquel elles circulent, on dit qu'elles ſont dans leur aphélie.

(APORRHOEA, du mot grec ἀπορρεῖν, *couler*, ſe dit quelquefois, *en phyſique*, des émanations ou exhalaiſons ſulphureuſes qui s'élèvent de la terre & des corps ſouterrains. *Voyez*, Vapeur, Exhalaison, Méphitisme.

APPOSITION, c'eſt l'action de joindre ou d'appliquer une choſe à une autre.

Appoſition ſe dit *en phyſique*, en parlant des corps qui prennent leur accroiſſement par leur jonction avec les corps environnans. Selon pluſieurs phyſiciens, la plupart des corps du règne foſſile ou minéral ſe forment par juxta-poſition, ou par l'*appoſition* de parties qui viennent ſe joindre ou s'attacher les unes aux autres. *Voyez* Juxta-position.)

APPAREIL. Ce mot peut avoir pluſieurs acceptions. Il ſignifie quelquefois un inſtrument compoſé de pluſieurs parties, & propre à faire des expériences : dans ce ſens, l'on dit l'*appareil*, repréſenté dans telle figure, eſt compoſé, &c.... D'autres fois, le mot d'appareil eſt employé pour déſigner collection de machines qui ſervent à faire des expériences ſur un objet principal : dans ce ſens, on dit la machine pneumatique & toutes les pièces qui en ſont regardées comme des dépendances, forment un appareil pour l'air; telles ſont l'*éprouvette*, les *hémiſphères de Magdebourg*, le *caſſe-veſſie*, le *coupe-pomme*, &c. Dans d'autres occaſions, on dit la phyſique eſt une ſcience qui exige un grand appareil de machines.

Appareil Hydro-pneumatique, appareil pneumato-chimique, cuve-hydro-pneumatique : Tels ſont les différens noms qu'on a donnés à l'appareil ingénieux & ſimple que le docteur Prieſtley a imaginé, afin de ſe procurer commodément les gaz qu'on veut obtenir. Il a reçu ſucceſſivement différentes perfections, & la *fig.* 110 le repréſente dans le dernier état où il eſt parvenu. Il conſiſte en une caiſſe de bois plus ou moins grande, & doublée de plomb laminé ou de feuilles de cuivre bien étamées & parfaitement ſoudées; on peut lui donner une longueur de 30 à 36 pouces, & une largeur & profondeur de 18 à 20 pouces. Sur le côté A B, on place une tablette E F, qui entre à couliſſe, à 15 lignes environ au-deſſous du bord A B C D. Cette planche qui a une épaiſſeur ſuffiſante, afin qu'on puiſſe y creuſer, 1°. un ou deux entonnoirs dont l'évaſement ou pavillon eſt deſſous,

& le trou en dessus, de 2 ou 3 lignes de diamètre, comme on le voit en *a* & *b* ; & 2°. de quatre trous oblongs *c d*, &c. pour recevoir l'extrémité des tubes recourbés. On aperçoit sur le petit côté A B deux petites tablettes qu'on peut élever ou abaisser, & fixer ensuite à une hauteur convenable, par le moyen d'une vis de pression qui entre dans un écrou pratiqué dans la pièce qui reçoit la queue ou tige de chacune de ces petites tablettes. Il y en a une sur le côté A D, devant l'échancrure ou trou oblong *d* ; la correspondante qui est devant *c* ne paroît pas. On place sur ces tablettes les flacons dans lesquels on met les substances desquelles on veut retirer les gaz. Comme il y a dans cet appareil quatre échancrures, & autant de tablettes, on peut faire en même temps quatre espèces de gaz.

Cet appareil doit avoir une hauteur convenable, afin de pouvoir opérer sans être obligé de se baisser, les mains étant dans l'eau. Ainsi les quatre pieds sur lesquels repose la caisse, doivent avoir une hauteur suffisante. Au bas du côté A D, on voit un robinet qu'on ouvre lorsque l'eau est sur le point de se répandre par dessus le bord A B C D.

La *fig.* 110 représente la *cuve hydro-pneumatique* en perspective. Mais dans la *fig.* 3, on a supposé qu'un des grands côtés & un des petits côtés ont été enlevés pour en montrer l'intérieur, & de plus, on y a présenté une tablette A B C D avec un côté perpendiculaire A D G H, qu'on a imaginé en dernier lieu de mettre dans les grandes cuves hydro-pneumatiques, pour diminuer leur capacité, & afin de n'être pas obligé d'y verser une grande quantité d'eau inutile. On nomme *fosse de la cuve*, l'espace A D G H F I qu'on remplit d'eau, parce que c'est dans cet endroit qu'on emplit les cloches, que de les retourner pour les placer sur la tablette où on a pratiqué des entonnoirs & des trous longs, ces rainures, tels que ceux qui sont sur la tablette E F de la *fig.* 110 ; car dans la *fig.* 111, on n'a pas représenté cette tablette à entonnoir, pour éviter la confusion. Le moins qu'on puisse donner à un appareil de ce genre, c'est un pied en tout sens. Mais pour des expériences en grand, il est à propos de donner à la fosse d'une cuve principale, une capacité de quatre pieds cubes d'eau, & à la surface de la tablette, quatorze pieds quarrés.

Il est à propos dans un laboratoire, d'avoir d'autres appareils plus petits que celui dont nous venons de parler, afin de faire marcher de front plusieurs expériences.

Le docteur Priestley & les premierss physiciens pneumatistes, se sont servis de cuves de bois ou de baquets cerclés de fer, & faits avec des douves ; mais la retraite qu'éprouvent nécessairement les douves lorsqu'elles sont à sec, les disjoint, & l'eau qu'on y met de nouveau, s'echappe & inonde les planchers.

Néanmoins, dans un cas de nécessité, & lorsqu'on est hors d'un laboratoire, on peut se passer d'un appareil hydro-pneumatique, & faire la plupart des expériences sur les gaz, en se servant seulement d'un seau, d'une cuvette pleine d'eau, &c.

Appareil hydrargiro-pueumatique ; *ou appareil pnumatochimique au mercure ; appareil au mercure.* Cet appareil est une petite cuve pour les gaz, qu'on remplit de mercure, & qui ne diffère de celle dans laquelle on met de l'eau, que par une capacité beaucoup plus petite ; capacité qu'on diminue, parce que le mercure est très-cher & très-pésant. On a fait des *appareils au mercure* de différentes matières, de verre & de fayence ; mais comme elles sont cassantes, on est exposé à perdre beaucoup de mercure ; on en a fabriqué avec de la tôle, sur laquelle on a passé un vernis. Les appareils au mercure qui sont en bois, si l'assemblage n'est supérieurement fait, laissent quelquefois échapper le mercure, par les joints & les gerçures. A la vérité, on peut y remedier, en employant du bon bois d'acajou, dont les pièces soient bien assemblées à queue d'aronde, & dont les joints soient frottés avec de la cire, ce qui remèdie à l'inconvénient dont on vient de parler : aussi peux-je dire avec vérité, que je suis très-content de l'appareil portatif, en bois dont je me sers en plusieurs occasions, & dont j'indiquerai la description & la figure.

Le marbre est préférable cependant, lorsqu'on veut opérer plus en grand, & laisser l'appareil dans un même lieu. Pour cet effet, on choisit un bloc de marbe B C D E, *fig.* 207 & 208, de deux pieds de long, de 15 à 18 pouces de large, & de 10 pouces d'épaisseur ; on le fait creuser jusqu'à une profondeur *m n*, *fig.* 209, d'environ 4 pouces, pour former la fosse qui doit contenir le mercure : & pour qu'on puisse y remplir plus commodement les cloches ou jarres, on y fait creuser, en outre, une profonde rigole T V, de quatre autres pouces au moins de profondeur ; on peut la boucher à volonté, par le moyen de petites planches qui entrent dans la rainure x y, *fig.* 209, lorsqu'on le juge à propos pour quelques expériences,

Par le moyen de cet appareil, on peut opérer dans le mercure, de la même manière que dans l'eau. On doit observer que les cloches qu'on employe dans cette circonstance, doivent être ttès-fortes & d'un petit diamètre ; il en est de même des petits tubes de cristal, lesquels doivent avoir un empatement par le bas, ainsi que les jarres. *Voyez* dans la *fig.* 209 en A, une de ces cloches ; dans la *fig.* 210, une jarre ; & dans la *fig.* 211, un tube avec empatement.

L'*appareil hydrargiro-pneumatique* ou *pneumatique au mercure* sert pour ce qu'on a appelé autrefois les gaz acides, les gaz alkalins qui ne peuvent conserver la forme aërienne, qu'autant qu'ils ne sont

sont point exposés au contact de l'eau & des substances humides avec lesquelles ils ont la plus grande tendance à la combinaison ; tels sont les gaz acide, spathique ou gaz acide fluorique ; le gaz acide marin ou gaz acide muriatique ; le gaz acide sulphureux ; le gaz alkalin volatil ou gaz ammoniacal, le gaz hépathique, &c. &c. Tels sont, en un mot, tous les gaz susceptibles d'être absorbés par l'eau ; & ce cas n'est pas rare, puisqu'il a lieu généralement dans toutes les combustions, à l'exception de celles des métaux.

Appareil *portatif au mercure*. Cet appareil ne diffère du précédent que parce qu'il est portatif, & conséquemment très-commode. Dans la *fig.* 212, on voit le plan de cet appareil tout monté ; c'est une espèce de boîte. La *fig.* 213 le représente en perspective. A est la boîte où l'on met le mercure ; le trou B, fermé par une vis sert à l'en retirer. C C sont les deux couvercles de cette boîte, fixés perpendiculairement par le moyen de deux vis H H, & de deux petites broches de fer qui sont adaptées aux couvercles, & qui entrent dans des trous correspondans sur les petits côtés de la boîte, lorsqu'on la ferme. Au-dessous de C C pendent des cordons de soie dont l'usage est d'entourer les tubes D D, & de les retenir lorsqu'ils sont pleins de mercure ou de gaz.

Sur les côtés de ces couvercles, sont des rainures à queue d'aronde qui servent à recevoir les petites pièces de bois, dont le plan est destiné séparément, lettre E : leur usage est de recevoir dans leurs entailles circulaires les tubes D D, fermés seulement par le bout supérieur. Deux petites clavettes, mises à chaque extrémité d'un cordon, servent à retenir chaque tube : au bas, est une très-petite traverse de bois qui est employée au même besoin : on ne les a pas mises dans la figure pour éviter la confusion.

Les tubes D D reposent sur des petites tablettes, garnies en dessous d'entonnoirs, creusées dans l'épaisseur & surmontées de petits godets percés chacun d'un trou. La *fig.* 212 fait voir ces godets percés & renversés, trois de chaque côté. A A représentent deux pièces additionnelles qu'on fixe par deux petites clavettes de fer dans l'intérieur de la caisse ou boîte ; elles servent à diminuer, à volonté, sa capacité, afin qu'il y entre moins de mercure. Elles ne sont point prolongées vers les tablettes, pour qu'on puisse agir plus commodément.

On opère cet appareil comme avec les précédens ; le mercure ou l'eau ne change rien à la manipulation. Il n'y a de différence que dans la diminution des capacités, à laquelle on est forcé d'avoir égard à cause du poids & de la cherté du mercure. On trouve, à la fin du troisième volume, des expériences sur les airs de Priestley, une description plus détaillée de cet appareil que M. le duc de Chaulnes a présenté à l'académie.

Avec quelque exactitude que l'assemblage des parties de la boîte dont on vient de parler, ait été faite, il est à propos de passer de la cire sur les joints, afin que le mercure ne coule pas ; il est encore utile de placer cet appareil sur un plateau de tôle, dont la longueur & la largeur excèdent de quelques pouces celle de la boîte, & qui de plus ait tout le tour un rebord d'un ou deux pouces : son usage est de retenir le mercure qui dans différentes manipulations, pourroit passer par dessus les bords de l'appareil.

Appareil de Nooth, perfectionné par M. Parker ; il sert à impregner l'eau de *gaz fixe*, ou *gaz acide carbonique*. *Voyez* Gaz *acide carbonique*.

APPARENT. Ce mot, ainsi que celui d'apparence, est usité en astronomie & en optique. En astronomie, on dit qu'il y a *conjonction apparente* de deux planètes, lorsque la ligne droite qu'on suppose tirée par les centres des deux planètes, passe seulement par l'œil du spectateur & non par le centre de la terre. La *conjonction* est *vraie* quand cette ligne passe encore par le centre de la terre.

L'*horison apparent* ou *sensible*, est ce grand cercle horisontal qui termine notre vue, & qui paroît réunir le ciel avec la terre ; il diffère de l'*horison rationel*, parce que celui-ci passe par le centre de la terre. La distance qui les sépare est donc égale au rayon du globe terrestre.

On distingue encore les *hauteurs apparentes* des *hauteurs vraies* ; les premières sont plus grandes que les secondes, à cause de la réfraction, ou plus petites à cause de la parallaxe.

Le *lieu apparent* d'un astre est déterminé par une ligne droite tirée du centre de l'œil d'un spectateur sur la surface de la terre seulement par le centre de l'astre ; le *lieu vrai* au contraire l'est par une ligne droite menée du centre de la terre par le centre de l'astre. Le *lieu vrai* est toujours fixe, & le *lieu apparent* change & varie selon la situation de l'observateur sur la surface de la terre, quoique l'astre reste à la même place. Si l'astre est au zénith d'un spectateur, le *lieu apparent* est confondu avec le lieu vrai, parce qu'une même ligne droite passe par les centres de la terre, de l'œil & de l'astre.

Il y en a qui nomment *lieu apparent*, par opposition au *lieu moyen*, celui où se trouveroit une planète, si sa vitesse sur son orbite étoit uniforme.

Apparent. (*lieu*) (*Voyez* Lieu apparent.)

Apparent. (*mouvement*) (*Voyez* Mouvement apparent.)

APPARENTE. (*distance*) (*Voyez* Distance apparente.)

Apparente. (*grandeur*) (*Voyez* Grandeur apparente.)

APPARENCE, se dit en général de toutes les surfaces extérieures des objets physiques qui affectent ordinairement nos sens. Quelques philosophes anciens ont prétendu que les corps n'existoient pas, & qu'il n'y avoit que de simples *apparences*. La source de nos erreurs vient presque toujours de ce que nous nous hâtons de juger des choses par les *apparences*.

Ce mot est principalement employé en astronomie & en optique. On s'en sert quelquefois pour désigner l'apparition d'une étoile, d'une comète, d'une planète : d'autre fois pour signifier les *phénomènes* & les *phases* que des astres présentent. Dans ce sens, on dit les *apparences* de la lune pour les phases de la lune, &c.

En optique, le mot *apparence directe* désigne la vue d'un objet quelconque par des rayons venus de l'objet à l'œil en ligne droite, & sans avoir éprouvé ni RÉFLEXION, ni RÉFRACTION. *Voyez* ces mots, & celui d'OPTIQUE, VISION. Si ce rayon de lumière qui est émané d'un objet, a souffert quelque déviation ou changement de direction, s'il est, par exemple, réfléchi, on le verra dans le prolongement de la ligne de réflexion, & non dans celui de la ligne d'incidence, ainsi que nous l'expliquerons à l'article MIROIR *plan*. Il en sera de même si le rayon passant d'un milieu dans un autre, est réfracté, l'apparence ou l'image de l'objet sera dans la ligne de réfraction prolongée. Ainsi le poisson dans l'eau n'est pas au lieu où paroît son image ; aussi le chasseur expérimenté ne tire-t-il point à l'endroit de l'apparence.

APPLATISSEMENT *de la terre*. *Voyez* FIGURE DE LA TERRE.

APPLATI. Le sphéroïde applati par les pôles, tel qu'est la terre, est un sphéroïde dont l'axe de rotation est plus petit que le diamètre de l'équateur.

APPLICATION. C'est l'action de poser à côté, ou l'une sur l'autre, des figures. Quelques géomètres se sont beaucoup servi de l'*application* ou superposition, pour démontrer quelques propositions.

L'*application* successive d'un corps aux différentes parties de l'espace, constitue le mouvement.

L'*application* d'une science à une autre est, dit M. d'Alembert, l'usage qu'on fait des principes & des vérités qui appartiennent à l'une pour perfectionner & augmenter l'autre. Dans ce sens, on dit l'*application de l'algèbre ou de l'analyse à la géométrie* ; l'*application de la géométrie à l'algèbre* ; l'*application de la mécanique à la géométrie* ; l'*application de la géométrie & de l'astronomie à la géographie* ; l'*application de la géométrie & de l'analyse à la physique* ; l'*application de la méthode géométrique à la métaphysique* ; l'*application de la métaphysique à la géométrie*. Voyez ces articles, qui sont du rapport des mathématiques, dans le dictionnaire de ce nom.

APPUI *ou* POINT D'APPUI D'UN LEVIER ; c'est le point fixé autour duquel la puissance & la résistance sont en équilibre dans un levier ; c'est celui autour duquel la puissance & la résistance se meuvent ou tendent à se mouvoir. L'exemple le plus simple qu'on puisse apporter pour être entendu sans figure, est celui d'une balance : le point du milieu par lequel on suspend le lévier de la balance, est réellement le point d'appui, car les conditions exprimées dans la définition qu'on vient de donner, lui conviennent parfaitement. Ce point qui est entre les deux bras de la balance, est un point autour duquel tournent, se meuvent ou bien tendent à se mouvoir, la puissance & la résistance, c'est-à-dire, le poids & la marchandise.

Selon la position respective du point d'appui avec la puissance & la résistance, suivant que ce point d'appui est au milieu ou à l'extrémité du lévier, proche ou éloigné de la puissance, le lévier est de divers genres. *Voyez* LEVIER.

Dans un lévier à bras égaux, dont les directions de la puissance & de la résistance sont parallèles, comme dans la balance, le point d'appui est toujours chargé de la somme du poids de la puissance, & de celui de la résistance ; si on met dix livres, par exemple, dans chaque bassin de la balance, le point d'appui sera chargé de 20 livres. Au contraire, dans la balance appelée *romaine* ou *peson*, 1 livre peut être en équilibre avec 100 ; & la charge du point d'appui est alors seulement de 101.

APPULSE, terme employé pour exprimer l'approche de la conjonction d'une planète avec le soleil ou avec une étoile. Ainsi on dit, *l'appulse de la lune à une étoile fixe*, lorsque la lune s'approchant de cette étoile, est prête à nous la cacher. Voyez *occultation*.

APRE. APRETÉ, (saveur) se disent des fruits, qui, par le défaut de maturité suffisante, sont âcres & désagréables au goût : on assure que l'âpreté diminue dans les fruits, à mesure que les arbres vieillissent.

APRETÉ *des surfaces*. Ce terme désigne une multitude de grandes aspérités & d'inégalités plus saillantes qu'à l'ordinaire, dont la superficie de quelques corps est couverte. En général, tous les corps ont à leurs surfaces de nombreuses aspérités ; le marbre & le métal le plus poli, la glace la plus belle, vus au microscope, offrent aux yeux une très-grande quantité d'inégalités & d'aspérités qui ne sont pas sensibles au tact. Les aspérités de ces corps, avant que d'avoir reçu les derniers degrés de poli, sont plus nombreuses &

plus saillantes ; elles le sont bien davantage, lorsque les surfaces n'ont été que dégrossies : alors ces aspérités sont de vraies rugosités, & la surface est rude & âpre au toucher.

Comme il y a différens degrés de poli, il y a de même plusieurs degrés de rudesse & d'*âpreté* ; & ce qui est fort âpre pour l'un, peut ne l'être pas autant pour un autre, dont le tact sera plus émoussé : ces deux causes combinées produisent un grand nombre de variétés dans ce genre. Il en est de même des degrés de poli, & du jugement qu'en portent différentes personnes, dont l'organe du tact peut être plus ou moins délicat.

Boyle rapporte de Vermausen, aveugle, devenu fameux par la délicatesse & la finesse de son toucher, qu'il distinguoit par le tact, la plupart des couleurs : des personnes dignes de foi, m'ont assuré avoir vu des aveugles connoître par le tact les differentes cartes qu'on leur présentoit. Des joueurs qui se seroient exercés à distinguer les couleurs & les figures des cartes, deviendroient bien redoutables : ces faits étant supposés, il paroît que chaque couleur a son degré ou son espèce particulière d'*âpreté*. Le noir paroît être la plus rude, de même qu'il est la plus obscure des couleurs ; mais les autres ne sont pas plus douces à proportion qu'elles sont plus éclatantes ; c'est-à-dire, que la plus rude n'est pas toujours celle qui réfléchit le moins de lumière : car le jaune est plus rude que le bleu ; & le vert, qui est la couleur moyenne, est plus rude que l'une & l'autre.

Ce qu'on vient de dire, montre combien il seroit à souhaiter qu'on perfectionnât par l'habitude le tact dans les enfans : M. Haüi est entré dans ces vues, & a formé à Paris un établissement bien utile, dans l'institution des aveugles nés, auquel il apprend journellement à lire dans les livres faits à leur usage, la géographie, à imprimer, &c. Voyez l'article TACT.

APSIDES ou ABSIDES. On nomme ainsi, dans une orbite celeste, le point de la plus grande distance au foyer, & celui de la plus petite distance : la ligne qui réunit ces deux points, porte le nom de ligne des *apsides*. Les points des absides sont donc la même chose que APHÉLIE & PÉRIHÉLIE. (*Voyez* ces mots.) Supposons que la courbe elliptique, *fig.* 53, A B G P E D A, soit l'orbite d'une planète, dont le foyer soit S, que le soleil occupe, le point A est celui de la grande *apside*, *summa apsis* ; le point P est celui de la *petite apside*, *infima* ou *ima apsis*. On voit par là, 1°. que la *grande apside* n'est autre chose que l'*aphélie*, lorsque le soleil est au foyer, ou l'*apogée*, lorsque la terre l'occupe ; & de même que la *petite apside* ne diffère pas dans les mêmes hipothèses du *périhélie* & du *périgée*. 2°. Que la ligne *des apsides* qui, passant par le centre C de l'orbite, joint les deux points des *apsides*, n'est autre chose que le grand axe de l'orbite elliptique sur la ligne des *apsides*, qu'on évalue l'excentricité ; car celle-ci est la distance du centre C au foyer S de l'orbite.

Le grand axe A P ; & conséquemment les points A & P des *apsides*, sont mobiles selon l'ordre des signes d'orient en occident ; & il est inutile de remarquer que ce changement de position, par rapport aux étoiles fixes, est absolument le même que celui des *aphélies*.

Quelques physiciens ont regardé le mouvement d'une planète d'une *apside* à l'autre, comme des oscillations d'un pendule ; tel est, entr'autres, le célèbre Jean Bernouilli, dans sa pièce couronnée en 1730, & dont le titre est : *nouvelles pensées sur le systême de Descartes, avec la manière d'en déduire les orbites & les aphélies des planètes.* Mais il ne suffit pas, remarque d'Alembert, comment il peut arriver que, dans le systême des tourbillons, une planète ne soit pas toujours à la même distance du soleil, mais qu'elle s'en approche & s'en éloigne alternativement, ce qui n'est qu'un phénomène particulier ; il faut encore que l'hypothèse d'où l'on part pour l'expliquer, puisse s'accorder avec tous les autres phénomènes qui y ont rapport. Or, il est difficile, dans l'explication de Bernouilli, de montrer comment la planète peut décrire une éclipse autour du soleil, de manière que cet astre en occupât le foyer, & que les aires décrites autour de cet astre par les rayons recteurs, fussent proportionnelles aux temps, ainsi que l'observation le prouve. Voyez un mémoire de M. Bouguer, sur le mouvement curviligne des corps dans des milieux qui se meuvent. *Mém. acad.* 1731. C'est dans la doctrine de l'attraction, qu'on doit chercher la solution de ces beaux problêmes.

APSIDES. (ligne des) (*Voyez* LIGNE DES APSIDES.)

APYRE. Par ce mot on désigne la propriété qu'ont plusieurs substances de résister à l'action d'un feu très-violent, sans éprouver ni fusion, ni aucune altération sensible. Les substances *réfractaires*, au contraire, exposées au même feu, subissent des altérations considérables, quoiqu'elles ne fondent pas. Les pierres calcaires pures sont réfractaires & non *apyres*, parce qu'elles ne fondent jamais seules, mais deviennent chaux vive, ce qui forme une altération très-grande. On avoit cru autrefois que le diamant étoit *apyre*, mais les expériences des modernes ont prouvé qu'il s'évaporoit à un feu médiocre, même dans des vaisseaux clos. Peut-être n'y a-t-il aucun corps qui soit *absolument apyre*, mais plusieurs sont régardés comme *apyres*, *relativement* au degré du feu que l'art emploie ordinairement.

AQUARIUS. *Voyez* VERSEAU.

AQUEDUC. Ce mot désigne en général tout canal qui sert à conduire les eaux d'un endroit à un autre. Pour cet effet, il faut avoir des eaux en quantité suffisante dans un lieu, ou les y rassembler par art, pour les conduire où le besoin l'exige. On doit niveler tout le terrain pour connoître la pente nécessaire pour cette conduite; on construit ensuite des canaux, &c., ainsi qu'on l'expliquera dans un instant. Les aqueducs peuvent être faits dans la terre ou au-dessus de la surface de la terre; ils sont ou anciens ou modernes. On donnera dans cet article une idée suffisante des uns & des autres.

Lorsqu'on a découvert de l'eau dans un lieu, & qu'on veut la conduire dans un autre endroit, l'on creuse dans le premier terrain, de petits puits éloignés les uns des autres de 25 ou 30 pas; on les joints par des tranchées qui reçoivent les transpirations de l'eau, & la conduisent vers le lieu où l'on veut qu'elles se rendent. Avant de commencer ce travail, l'on fait un nivellement, afin de profiter de la pente que le terrain pourra présenter naturellement, ou pour en donner une au fond de la tranchée, observant, autant que cela se peut, de côtoyer les montagnes, parce que les eaux qui en proviennent sont abondantes & saines; mais il faut prendre garde, en approfondissant, de percer les lits de tufs ou de glaises qui retiennent l'eau, autrement on pourroit la perdre.

Après avoir creusé la tranchée à une profondeur considérable, donné aux terres un talus proportionné à leurs qualités, réglé la pente de fond, & poussé de distance en distance, à droite & à gauche, des rameaux en forme de patte d'oye, pour rassembler le plus d'eau que l'on pourra; l'on étend sur le fond un lit de terre glaise bien battu, ensuite l'on construit une pierrée, c'est-à-dire, deux petits murs de pierre posée à sec, d'un pied d'épaisseur, sur 18 pouces de hauteur, régnant le long des berges, pour former un petit canal de 8 à 9 pouces de largeur, vers la naissance de la tranchée qu'on élargit, à mésure que la conduite est plus longue, & que les eaux deviennent plus abondantes. On récouvre ensuite ce canal avec des dalles ou pierres plates, sur lesquelles on pose du gazon renversé, pour empêcher qu'en recomblant la fouille, il ne tombe rien sur le fond.

Il est à propos de former de 50 toises en 50 toises des puisards, c'est-à-dire, des petits puits de trois pieds de diamètre, sur six environ de profondeur, mesuré au dessous du fond de la conduite; ces puits sont destinés à recevoir le sable & le limon que les eaux entraînent avec elles; c'est pourquoi il faut les revêtir de bonne maçonnerie de brique, enveloppée d'un courrois de terre glaise, pour que l'eau ne s'y perde pas. On cure ces puisards deux fois l'an.

Après avoir, en traversant le terrain qui fournit de l'eau, poussé le canal de pierrée aussi loin que vont les filtrations, l'on se sert ensuite de tuyaux pour continuer la conduite jusqu'à l'endroit où l'on veut qu'elle se rende, ce qui peut se faire simplement avec des tuyaux de bois ou de grès, lorsqu'on ne rencontre en chemin ni fond ni éminence considérables, mais seulement des pentes & des contre-pentes douces, le long desquelles l'eau n'est point assez forcée pour mettre ces sortes de tuyaux en danger de crever, autrement il faudroit en employer de fer coulé pour former le reste de la conduite, ou ne s'en servir qu'aux endroits qui en demandent indispensablement.

Les tuyaux de fer ne sont en usage que depuis 1672. M. Francini est le premier qui en ait fait construire de cette espèce, leur longueur n'étoit anciennement que de 3 pieds; on en fait actuellement de plus longs. Ils sont accompagnés de brides; on y met des rondèles de cuir; des couches de mortier à froid; ensuite l'on se sert de vis & d'écrous, composés de bon fer.

De quelque espèce que soient les conduites, il faut les accompagner de distance en distance de regards, pour éprouver les parties qui tiennent ou perdent l'eau: ces regards ne sont autre chose que de petits puits ou cheminées par lesquels l'on découvre les tuyaux pour mettre l'eau en décharge. L'on y pratique aussi des ventouses, c'est-à-dire, de petits tuyaux verticaux sur la conduite, pour laisser échapper l'air entrainé par l'eau, & qui pourroit la faire crever.

L'on peut se servir d'aqueducs souterrains, pour amener l'eau tout naturellement jusqu'à sa destination, sans être obligé de se servir de tuyau, lorsque le terrain le permet; alors on fait un petit canal bien pavé en mortier de ciment, dans le fond de l'aqueduc, accompagné de deux banquettes, pour en faire la visite, & en faciliter l'écurement.

Un des plus beaux aqueducs souterrains qu'on ait en France, est celui d'Arcueil, qui sert à conduire dans une rigole l'eau de plusieurs tranchées de recherches faites en pierrées dans les campagnes de Rongis, Paret, Coutin. Cet aqueduc a 7000 toises de longueur; il est construit en pierres de taille, depuis la vallon d'Arcueil jusqu'au château d'eau qui est à la porte Saint-Jacques; sa pente est de 6 pouces, sur 200 toises, & la rigole est accompagnée de deux banquettes de 18 pouces de largeur, sur lesquelles on peut marcher jusqu'au dessus du village d'Arcueil. Sa hauteur, depuis le fond de la rigole jusqu'au dessous de la clef, est de 6 pieds, excepté en quelques endroits, où on a été obligé d'en donner moins pour s'assujettir aux grands chemins sous lesquels il passe.

Un autre aqueduc de cette espèce, est celui de Rocquancour, qui amène l'eau à Versailles; sa longueur est de 1700 toises, ayant en tout trois pieds de pente; qui est tout ce qu'on

a pu lui en donner. Pour le construire, on a été obligé, en plusieurs endroits, de faire des fouilles de 14 toises de profondeur; ce qui en a rendu l'exécution très-difficile : l'on fit 150 regards sur la longueur de cet aqueduc, qui n'étoient point placés à égale distance, mais seulement aux endroits qui pouvoient faciliter le transport des matériaux. Voyez l'*architecture hydraulique* de Belidor.

Lorsqu'on trouve des facilités pour conduire l'eau dans une rigole, & qu'on ne peut se dispenser de la faire passer par des vallons profonds, il faut, pour continuer le niveau de pente, soutenir les eaux sur des aqueducs de maçonnerie élevés par des arcades; c'est ainsi qu'en ont usé les romains pour amener de bonnes eaux dans les villes, comme le font voir les vestiges qui restent de leur magnificence, aux environs de Nismes, d'Arles, de Frejus, de Metz, de Ségovie, &c. Des sources abondantes remplissoient un réservoir; de là l'eau étoit conduite par des canaux souterrains de pierre de taille, & souvent si spacieux, qu'un homme pouvoit y marcher debout; quelquefois ces canaux traversoient des rivières sur de hautes & superbes arcades, comme on le voit au pont du Gard en Languedoc, & sur la moselle, près de Metz. A l'aqueduc de Segovie il reste encore à présent plus de 150 arcades, toutes formées de grandes pierres sans ciment; elles ont avec le reste de l'édifice, plus de cent pieds de haut. Cet aqueduc traverse la ville, & passe par-dessus la plus grande partie des maisons.

M. Delorme, de l'academie de Lyon, a fait connoître, par un mémoire qu'il lut dans une assemblée de cette société, une partie des travaux immenses que les romains avoient faits pour amener de l'eau de toutes parts à la ville de Lyon. Quelle dépense & quelle hardiesse n'a-t-il pas fallu pour franchir les montagnes qui sont entre Feur, Saint-Étienne, Saint-Chaumond & Lyon! si l'on mettoit bout à bout tous les aqueducs qui ont été faits en différens temps pour amener de l'eau à Lyon, ils occuperoient une étendue de plus de soixante lieues de long.

Rome moderne se sert encore des aqueducs que construisirent ses premiers habitans, il y a près de de 2500 ans. Tous les aqueducs qui conduisoient les eaux à l'ancienne Rome, pris ensemble, avoient plus de cent lieues de long.

L'aqueduc que les Romains construisirent aux environs de Nimes, avoit sept lieues de long; le pont du Gard en faisoit partie. La description de celui-ci mérite de trouver ici une place. Il fut construit pour amener dans cette ville les eaux des fontaines d'Airan & d'Eure, qui prennent leur source près d'Uzès. Trois rangs d'arches à plein ceintre, posées les unes sur les autres, constituent ce fameux pont; le rang le plus bas a six arches, de 10 toises 2 pieds de hauteur & 83 toises de longueur; les eaux de la rivière passent ordinairement sous la cinquième arche, qui a 13 toises d'ouverture : le second rang a 11 arches, 10 toises de hauteur, & 133 toises 2 pieds de longueur : le troisième rang a 35 arches, 4 toises de hauteur & 136 toises 3 pieds de longueur : l'élévation totale du pont, depuis le niveau de l'eau du Gardon, est de 24 toises 3 pieds.

Ce monument, un des plus beaux & des plus hardis de l'antiquité, est bâti en pierres de taille posées à sec; il est d'ordre toscan. Elevé entre deux hautes montagnes, à trois lieues au nord-est de Nîmes, il les unit ensemble. Au niveau de leur sommet est construit un aqueduc de quatre pieds de longueur, sur cinq de hauteur dans œuvre; il est couvert de dalles d'un pied d'épaisseur, de trois de largeur & d'un pied de saillie. L'intérieur est enduit d'une couche de ciment de trois pouces d'épaisseur, sur laquelle on avoit passé une peinture rouge, sans doute pour empêcher la filtration. Le fond de l'aqueduc est un blocage de petites pierres mêlées avec du gravier & de la chaux; ce qui forme un massif de huit pouces d'épaisseur. Ce grand aqueduc continué jusqu'à Nîmes, y portoit les eaux dans des réservoirs situés dans les divers quartiers de la ville.

Vers le commencement du 17e. siècle, on voulut faire servir le pont inférieur pour le passage des voitures, & à cet effet on échancra inconsidérément les piles des arches du second rang, & l'on y pratiqua des encorbellemens avec des garde-foux. Mais heureusement on s'apperçut bientôt de cette erreur qui auroit entraîné la ruine de l'édifice. On fit donc remettre ce pont à-peu-près dans son ancien état, en ne laissant qu'un petit chemin pour les gens à pied ou à cheval. Mais comme un passage sur le Gardon étoit indispensable pour les voitures pendant les grosses eaux, les états-généraux de la province résolurent d'adosser un second pont au premier, ce qui fut exécuté en 1747.

Nous ne dirons rien ici de quelques autres grands aqueducs construits par les Romains, tels que ceux de l'*Aqua-Marcia*, de Drusus, de Rimini, de Carthage, &c. On peut voir l'*Antiquité expliquée* du P. Montfaucon. Il nous suffira de remarquer, ainsi que nous l'avons déjà fait dans notre mémoire couronné par l'académie de Lyon, sur la meilleure manière de paver & de nettoyer les rues d'une ville, que quelque magnifiques que fussent les temples, les théâtres, les amphithéâtres, les bains, les colonnes, les obélisques, dont la grandeur, l'éclat, la beauté, frappoient tous les regards, c'est avec raison que Strabon s'étonnoit de la magnificence qu'on remarquoit dans ses rues & chemins, dans ces cloaques construits pour entretenir la propreté des rues, & dans les aqueducs, ouvrages admirables, négligés cependant par les Grecs, auteurs de tant d'inventions excellentes & à jamais mémorables.

Les Romains, afin de procurer & d'entretenir la propreté des rues, ont employé des moyens qu'aucun peuple de la terre, quelque puissant qu'il fût, n'a osé imiter; je veux parler de leurs magnifiques cloaques; ces deux noms qui dans notre langue semblent peu faits pour être ensemble, s'allient merveilleusement dans celle des Romains. Aussi Cassiodore les appelle-t-il *splendidas*; & Pline dit que c'est la plus haute entreprise qui fut jamais faite dans la capitale du monde. Ces cloaques admirables, (vrais égouts, vrais aqueducs souterrains) ne servoient qu'à purger les rues de la ville de Rome de leurs immondices. On est surpris, dit Pline, comment, pour les faire, on a pu percer & enfoncer les montagnes, & rendre par ce moyen la ville de Rome presque suspendue en l'air. Strabon assure que l'on pouvoit aller par bateaux au-dessous de toutes les rues, ces cloaques ou aqueducs étant d'une largeur & d'une hauteur si considérables, qu'un char de foin y pouvoit passer très-facilement. Pline ajoute qu'Agrippa y fit former sept conduits d'une eau si rapide, qu'elle emportoit ordinairement, comme un torrent, tout ce qu'elle rencontroit, & qu'on ne s'appercevoit pas, de son temps que l'eau eût produit la moindre détérioration, quoiqu'ils eussent été construits depuis le siècle de Tarquin l'ancien, c'est-à-dire, depuis plus de huit cents ans.

Ces cloaques, selon Albert, ne sont rien moins que des ponts, des arches ou des voûtes d'une extrême longueur & largeur, qui ont été construits sous les grandes rues de la ville, pour les nettoyer, & pour soutenir le fardeau des matériaux dont elles étoient pavées, de même que les colonnes, les obélisques, & autres ouvrages d'un poids énorme, qu'on charrioit tous les jours. On peut juger de la solidité de ces aqueducs souterrains, par le trait suivant que Pline rapporte. M. Scaurus voulant faire transporter trois cent soixante colonnes de marbre, chacune de 38 pieds de longueur, du lieu où elles avoient été à son théâtre, jusqu'au mont Palatin, pour en décorer sa maison, les commissaires ou intendans des cloaques, craignant que le transport d'un grand nombre de masses aussi pesantes, n'ébranlât ces espèces de voûtes, demandèrent à Scaurus qu'il s'obligeât à faire réparer à ses dépens tout le dommage qui pourroit en résulter. Cette précaution fut inutile, car on ne remarque aucune dégradation. C'est par ce moyen admirable que les rues de Rome étoient nettoyées des boues & des immondices dont le pavé pouvoit être couvert; car il y avoit divers égouts & réceptacles par où les eaux entraînoient dans leur chûte les ordures qui étoient sur le pavé; de sorte qu'en quelques instans les rues étoient nettes & sèches. Jamais ces aqueducs souterrains ne pouvoient être comblés, parce qu'à toute heure il étoit facile de les nettoyer par le moyen de sept canaux, d'où sortoit une eau mue avec une grande rapidité, en levant les écluses qui la retenoient. Ce torrent impétueux entraînoit le tout dans le Tibre par les bouches desdits aqueducs qui y avoient été construits par Tarquin l'ancien, qui en fut le premier auteur. Quelle ne devoit pas être la solidité de ces aqueducs souterrains, puisque ni huit siècles écoulés, ni le choc continuel des eaux, ni les débordemens du Tibre, ni les chûtes fréquentes des maisons, ni les tremblemens de terre, &c. n'avoient pu tant soit peu entamer leur maçonnerie?

Par ce qu'on vient de dire, on peut voir à quel point de perfection les Romains avoient porté l'art des aqueducs. Ils ne négligèrent rien pour en construire par-tout où ils étoient nécessaires, surtout pour conduire les eaux, même dans leurs colonies les plus éloignées de la métropole, ainsi que le démontrent les restes magnifiques de ces superbes monumens qu'on admire encore en France & dans d'autres contrées.

Sous le règne de Louis-le-Grand, on en a construit de très-beaux, les aqueducs d'Arcueil, de Rocquancourt dont nous avons déjà parlé, & sur-tout le superbe aqueduc de Maintenon, dont on voit la figure dans l'architecture hydraulique de Belidor, Tom. II. Liv. IV. Chapitre quatrième, planche première. Il est élevé par trois suites d'arcades, placées les uns au dessus des autres, dont l'objet est de former en l'air la rigole ou canal, accompagnée de deux banquettes & d'un parapet de chaque côté, &c. Cet aqueduc, le plus grand qui soit à présent dans l'univers, a trente cinq mille pieds de long & deux cent quarante-deux arcades; il fut construit pour porter les eaux de la rivière de Bucq à Versailles: nous ne parlerons point ici de ceux de Marly, qui sont très-connus.

L'aqueduc de Montpellier, construit récemment sous la direction de M. Pitot, a 7400 toises de long; il a mené à l'endroit le plus élevé de cette ville, les eaux de la fontaine de Saint Clément, qui fournit 80 pouces d'eau ou environ. Il y a eu, dans la longueur de cet aqueduc, 200 toises à percer, dans un tertre aussi dur que le roc, qu'on a néanmoins voûté par sous-œuvre: on a de plus construit, dans cette étendue de chemin, plusieurs ponts-aqueducs.

Il y a peu d'années que le roi des deux Siciles fit construire le bel aqueduc de Caserte. Le prince de Biscari en a fait construire un dans la terre d'Aragona en Sicile, qui consiste en trente & une arcades qui vont d'une montagne à l'autre. Le grand maître actuel de Malte fait travailler à grands frais depuis huit ans, à doubler le *fameux* & superbe aqueduc construit sous le magistère du grand maître Vignacourt, qui transporte dans l'étendue de cinq lieues les seules eaux qu'on voit dans la cité-Valette, & qui, dans leurs cours, servent à l'arrosage des cotons qui sont la pro-

duction la plus essentielle de l'île. *Voyez* le mot CANAUX & le mot EAU.

On ne peut, dans cet article, se dispenser de parler de la mesure des eaux courantes dans un aqueduc, (il en est de même dans une rivière.) pour mesurer ces eaux courantes qu'on ne peut pas recevoir dans un vaisseau, on se servira de la méthode suivante qui est de monsieur Mariotte. On mettra sur l'eau une boule de cire chargée d'un peu de matière plus pésante, ensorte qu'il ne passe que fort peu de la cire au-dessus de la surface de l'eau, de peur du vent; & après avoir mesuré une longueur de 15 ou 20 pieds de l'aqueduc, on reconnoîtra avec un pendule à demi-secondes en combien de temps la boule de cire emportée par le cours de l'eau passera cette distance. Ensuite on multipliera la largeur de l'aqueduc par la hauteur de l'eau, & le produit par l'espace qu'aura parcouru la cire; le dernier produit, qui est solide, marquera toute l'eau qui aura passé pendant le temps qu'on aura remarqué, par une section de l'aqueduc. Pour faire cette opération avec justesse, il faut que le lit de l'aqueduc ait la même pente que la surperficie de l'eau qui y passe, & de plus l'on suppose que l'eau coule également vîte au fond, au-dessus, aux côtés.

Supposons, par exemple, qu'un aqueduc ait deux pieds de largeur, & que l'eau y soit haute d'un pied, & qu'en 20 secondes de temps la cire ait fait 30 pieds; ce sera un pied & demi par seconde. Mais, parce que l'eau va plus lentement au fond qu'au dessus, il ne faut prendre que 20 pieds; ce sera donc un pied par seconde. Le produit d'un pied de hauteur par deux pieds de largeur est 2, qui multiplié par 20 de longueur, donne 40 pieds cubes, ou 40 fois 35 pintes d'eau, qui font 1400 pintes en 20 secondes; & si 20 secondes donnent 1400, 60 secondes en donneront trois fois autant, savoir, 4200 pintes; & divisant 4200 par 14 qui est le nombre des pintes qu'un pouce d'eau donne en une minute, ou en 60 secondes, on trouvera le quotient de 300, qui sera le nombre des pouces que donnera l'eau de l'aqueduc.

On calculera facilement de cette manière le nombre des pouces que donne une rivière quelconque, par exemple, celle de la Seine à Paris; car puisqu'il passe par dessous le pont rouge en une minute, 200000 pieds cubes d'eau, si on multiplie 35, qui est le nombre des pintes que contient un pied cube, par 200000, on aura 7000000 pintes, qui étant divisées par 14, donnent 500000, qui est le nombre des pouces que donne la rivière de Seine quand elle est dans sa moyenne hauteur.

Si l'on veut calculer de grandes ouvertures, comme une toise quarrée, il faut considérer la hauteur de la surface de l'eau au dessus du milieu de la toise; soit, par exemple, 5 pieds; il y aura donc 8 pieds jusqu'au milieu de la toise. Le produit de 8 par 13 est 104, donc la racine quarrée est 10 & $\frac{1}{5}$ à peu près: on dira comme 13 est à 10 $\frac{1}{5}$, ainsi 14 à 11 à fort peu près; & parce qu'un pouce rond est 16 fois plus grand qu'un rond de trois lignes, un pouce, surmonté de 8 pieds, donnera 16 fois 11 pintes, ou 176 pintes, qui divisées par 14, donnent 12 pouces $\frac{4}{7}$ pour un pouce de diamètre d'ouverture. Une ouverture ronde d'un pied de diamètre donne 144 fois davantage; le produit 12 $\frac{4}{7}$ par 144 est 1810; le pied rond donnera donc 1810 pouces. La toise ronde contient 36 fois un rond d'un pied, le produit de 36 par 1816 est 65160; comme 11 à 14, ainsi 65160 à 82930: donc la toise quarrée, surmontée de 5 pieds, donnera 82930 pouces.

Si l'eau coule par un aqueduc ou par un canal de rivière, selon une petite pente uniforme, elle acquerra dans un médiocre espace une vîtesse qu'elle n'augmentera plus; car le frottement des bords & du fond du canal, & le renversement des parties de l'eau du dessus au dessous, & la résistance de l'air aux petites vagues qui sont en la surface, lui font perdre une partie de sa vîtesse; & par conséquent elle ne peut accélérer son mouvement que jusqu'à une certaine vîtesse qu'elle acquiert en peu de temps; d'où il s'ensuit, que si une rivière a coulé par un assez long espace dans une certaine pente, & qu'elle coule ensuite par une pente moins roide, c'est-à-dire, par un plan moins incliné, elle diminuerra de vitesse; car puisqu'elle aura acquis dans la première pente toute la vîtesse qu'elle y peut avoir, qu'elle n'auroit pu acquérir dans une moindre, il s'ensuit qu'elle diminuera de vîtesse peu-à-peu dans cette pente qui est moindre, jusqu'à ce qu'elle soit réduite à la vîtesse qu'elle y peut acquérir. *Mouvement des eaux de Mariotte.*

M. Pitot trouve la méthode qu'on vient de donner, imparfaite, parce que, 1°. si l'on se sert d'un morceau de bois, la résistance de l'air l'empêche de descendre aussi vîte que le courant, & si l'on se sert d'une boule de cire, on la perd presque toujours de vue; 2°. parce que, selon lui, il n'est pas possible, à moins que de prendre des soins très-pénibles, de mesurer exactement le chemin parcouru; 3°. Par la raison enfin que deux expériences faites au même endroit d'une rivière, donnent souvent des vîtesses fort différentes, le morceau de bois ou la boule de cire ne prenant pas toujours le même fil de l'eau. 4°. Parce qu'on ne peut pas connoître la vîtesse de l'eau dans les endroits où il importe le plus de la connoître, comme à l'entrée ou à la sortie d'une arche de pont, par exemple, ou à quelque endroit où on a dessein de placer une machine.

On à long-temps agité la question de savoir si la vîtesse des eaux vers le fond des rivières

est plus grande ou plus petite qu'à leur surface. Les uns ont prétendu que les eaux inférieures étant pressées par les supérieures, elles doivent couler plus vîte ; & que de plus, la chûte des eaux depuis leurs sources jusqu'au fond des rivières, étant plus grande, que depuis les mêmes sources jusqu'à la surface, & les vitesses étant par un des principes fondamentaux de l'hydraulique en raison sous doublée des hauteurs ou des chûtes, la vîtesse des eaux vers le fond doit être plus grande que vers la surface.

D'autres opposent à ces raisons la quantité de frottement des eaux contre le fond ou le lit & les bords des fleuves & des rivières, des aqueducs & des conduites d'eau quelconques. M. Pitot a prouvé, dans un mémoire lu en 1730 à l'académie des sciences, que la quantité de frottemens des fleuves contre leur fond & leurs bords est prodigieuse ; & il est heureux qu'elle le soit, car sans les frottemens, les fleuves & les rivières ne seroient pas navigables. La preuve en est que si l'on calcule par les principes du mouvement des eaux la vîtesse que celles des fleuves doivent prendre par leur chûte de la hauteur de leur source, en faisant abstraction des frottemens, on trouvera toujours cette vîtesse vingt fois & souvent plus de trente fois plus grande que celle que les eaux des mêmes fleuves ont réellement ; ainsi, sans les frottemens, presque toutes les eaux courantes seroient des torrens affreux dont on ne tireroit aucun avantage.

Les eaux étant donc rallenties si considérablement par les frottemens de leurs lits & des bords ; il est naturel de penser que celles qui sont près du fond, sont plus rallenties que celles de la surface. Toutes ces questions peuvent être éclaircies avec la plus grande facilité par le moyen de l'instrument qu'a proposé M. Pitot ; puisque par cette machine on mesurera la juste quantité de la vîtesse des eaux, à telle profondeur qu'on voudra, & cela aussi facilement qu'à leur surface. Voici la description qu'en a donnée ce savant dans les mémoires de l'académie des sciences, année 1732, page 366 & suivantes.

A B est une tringle de bois, taillée en forme de prisme triangulaire. *Voyez* la *fig.* 217. Sur le milieu d'une des trois faces de cette tringle, est creusée une rainure capable de loger deux tuyaux de verre blanc ; l'un de ces tuyaux est courbé à angle droit en D ; & le bout D E, *fig.* 218, passe par un trou fait à la tringle.

La face C D, *fig.* 217, dans laquelle les tuyaux H D E & M N, *fig.* 218 & 219, sont logés, est divisée en pieds & pouces. F G I L, *fig.* 220 & 221, est une règle mobile de cuivre refendue dans le milieu sur presque toute sa longueur, de la quantité de la somme des diamètres des tuyaux, ensorte qu'elle ne couvre les tuyaux qu'à ses extrémités, & un peu à son milieu. Un des côtés de cette règle est divisé en pieds & pouces pour les hauteurs des chûtes d'eau, & l'autre côté en pieds & pouces de vîtesse de l'eau, relative aux hauteurs, ainsi que nous l'expliquerons bientôt. Elle est retenue par de petites plaques de cuivre qui embrassent la tringle, & qui la serrent au moyen de trois vis K K K, *fig.* 221 ; ensorte qu'on peut arrêter la règle, à telle hauteur qu'on veut de la tringle.

A l'égard des mesures ou des dimensions de la machine, on pourra prendre la vîtesse de l'eau à une profondeur d'autant plus grande, que la tringle & les tuyaux seront plus longs, en observant d'augmenter la grosseur ou la force de la tringle à proportion de sa longueur. On lui donnera environ un pouce & demi de largeur à chaque face, sur une longueur de 6 pieds, & on la fera du bois le plus fort qu'on trouvera. Comme les plus grandes vîtesses des fleuves ne vont guère au delà de 10 pieds par seconde, il suffit de donner à la règle mobile de cuivre 18 ou 20 pouces de longueur.

Le premier tuyau H D E, *fig.* 218, étant recourbé à angle droit, & le second M N, *fig.* 219, étant tout droit ; si l'on met la machine dans une eau dormante, l'eau s'élevera à la hauteur de son niveau dans les deux tuyaux. Mais dans une eau courante, elle s'élevera dans le premier tuyau à la hauteur relative à la force du courant, pendant qu'elle restera à son niveau dans le second tuyau.

Nous ajouterons encore que, pour rendre le niveau de l'eau plus apparent dans les tubes de verre, on doit passer un blanc de ceruse broyé à l'huile dans la rainure.

Rien n'est plus simple que l'usage & la manière de se servir de cette machine. Si l'on veut, par exemple, mesurer la vîtesse de l'eau à sa surface, on arrêtera, par le moyen des vis, la règle de cuivre sur la première division de la tringle, & on présentera l'ouverture du tuyau recourbé au courant ; alors le niveau de l'eau du second tuyau étant sur la première division de la règle, on verra monter l'eau dans le premier jusqu'à une certaine hauteur ; cette hauteur sera marquée en pouces & lignes sur le côté droit de la règle, & on aura les pieds & pouces de vîtesse du courant, marqués sur son côté gauche.

Si on veut avoir la vîtesse du courant à un, deux, ou trois pieds de profondeur, on arrêtera simplement la règle mobile sur ces mêmes divisions de la tringle, & on opérera comme ci-dessus.

Il est aisé de diriger l'ouverture du tuyau vis-à-vis le fil de l'eau ; car en tournant doucement la machine, on verra le point où l'eau s'élève le plus dans le premier tuyau. Que si on tourne l'ouverture du côté opposé au courant, dès qu'on

qu'on aura paſſé la perpendiculaire à ſa direction, l'eau reſtera à la même hauteur dans les deux tuyaux.

Il arrive aſſez ſouvent que le courant des eaux dans un même endroit, varie plus ou moins, c'eſt-à-dire, que la vîteſſe eſt tantôt plus grande & tantôt plus petite : alors on voit l'élévation de l'eau dans le premier tuyau, tantôt plus grande, tantôt plus petite, & dans des balancemens preſque continuels. Il faut, dans ce cas, prendre le milieu entre ces balancemens, ou entre la plus grande & la moindre élévation, pour avoir la vîteſſe moyenne.

Les vagues cauſées par le vent, occaſionnent auſſi de ces balancemens, c'eſt pourquoi il faut éviter de faire ces expériences lorſqu'il fait beaucoup de vent.

Il n'y a perſonne qui, avec une légère connoiſſance de la théorie du mouvement des eaux, ne conçoive ſur-le-champ l'effet de cette machine ; car, ſuivant les premiers principes de cette ſcience, on doit conſidérer la vîteſſe des eaux courantes comme une vîteſſe acquiſe par leurs chûtes d'une certaine hauteur, &, que ſi l'eau ſe meut de bas en haut avec une vîteſſe toute acquiſe, elle montera préciſément à la même hauteur, ou à une hauteur égale à celle de la chûte, d'où elle auroit dû tomber pour acquérir cette vîteſſe.

De plus, la force de l'impulſion de l'eau par ſa vîteſſe eſt toujours égale au poids d'un ſolide d'eau, qui auroit pour baſe la ſurface choquée, & pour hauteur celle d'où l'eau auroit dû tomber pour acquérir cette vîteſſe. Donc l'eau doit monter dans le tuyau de notre machine par la force d'un courant préciſément à la hauteur d'où elle auroit dû tomber pour former ce courant.

Pour ſavoir maintenant la quantité de vîteſſe des eaux courantes, relative à leur aſcenſion dans le tuyau recourbé de la machine, il faut ſe rappeler le principe fondamental de preſque toute la théorie du mouvement des eaux, qui eſt, que les vîteſſes des eaux ſont en raiſon ſous-doublée de la hauteur de leur chûte..... Mais les élévations ou aſcenſions de l'eau dans notre tube étant égales aux chûtes, il s'enſuit que les vîteſſes des courans ſeront en raiſon ſous-doublée des elévations de l'eau, & que par conſéquent les élévations ſont en raiſon doublée, ou comme le quarré des vîteſſes..... car, par exemple, une vîteſſe double fera élever l'eau dans le tube à une hauteur quatre fois plus grande ; une vîteſſe triple la fera élever à une hauteur neuf fois plus grande, &c.

Une chûte ou une élévation de l'eau étant connue ou donnée, pour avoir ſa vîteſſe en pieds par ſeconde, il faut obſerver d'abord que de même qu'un corps en tombant parcourt un eſpace de 14 pieds dans la première ſeconde de ſa chûte, & que ſi ce même corps ſe meut avec la vîteſſe toute acquiſe à la fin de la première ſeconde de ſa chûte, il parcourra d'une vîteſſe uniforme un eſpace de 28 pieds par ſeconde : de même auſſi l'eau ſort par une ouverture faite au bas d'un réſervoir de 14 pieds de hauteur, avec une viteſſe de 28 pieds par ſeconde ; d'où il ſuit que la chûte ou l'élévation de l'eau étant connue, pour avoir ſa vîteſſe en pieds par ſeconde, on dira, ſuivant le principe : comme la racine quarrée de 14 eſt à 28, ainſi la racine quarrée de la hauteur donnée ſera à la vîteſſe qu'on cherche. Si au contraire la vîteſſe eſt donnée, & qu'on veuille trouver la hauteur, on dira : comme 28 eſt à la racine quarrée de 14, ainſi la vîteſſe donnée ſera à la racine quarrée de la hauteur qu'on cherche ; ou bien, comme le quarré de 28 eſt à 14, ainſi le quarré de la vîteſſe donnée ſera à la hauteur qu'on cherche.

C'eſt par cette méthode que M. *Pitot* a calculé la table ſuivante de toutes les chûtes ou élévations de l'eau, correſpondantes à toutes les vîteſſes en pieds par ſeconde de temps, de pouces en pouces depuis un pouce juſqu'à 12 pieds de viteſſe ; & il a dreſſé la règle des vîteſſes de ſa machine par le moyen de cette table.

TABLE de vîteſſe de l'eau en pieds & pouces, par ſeconde de temps, avec la hauteur de leur chûte.

VÎTESSE de l'eau.		HAUTEUR des chûtes.		
pieds.	pouces.	pouces.	lignes.	points.
0	1	0	0	0 $\frac{3}{14}$
0	2	0	0	0 $\frac{6}{7}$
0	3	0	0	2
0	4	0	0	3 $\frac{3}{7}$
0	5	0	0	5 $\frac{5}{14}$
0	6	0	0	6 $\frac{5}{7}$
0	7	0	0	10 $\frac{1}{2}$
0	8	0	1	1 $\frac{5}{7}$
0	9	0	1	5 $\frac{5}{14}$
0	10	0	1	9 $\frac{3}{7}$
0	11	0	2	2
1	0	0	2	7
1	2	0	3	0 $\frac{3}{14}$
1	2	0	3	6

Vîtesse de l'eau.		Hauteur des chûtes.		
pieds.	pouces.	pouces.	lignes.	points.
1	3	0	4	0 $\frac{3}{14}$
1	4	0	4	6 $\frac{6}{7}$
1	5	0	5	1 $\frac{13}{14}$
1	6	0	5	9 $\frac{3}{7}$
1	7	0	6	5 $\frac{5}{14}$
1	8	0	7	1 $\frac{5}{7}$
1	9	0	7	10 $\frac{1}{2}$
1	10	0	8	7 $\frac{5}{5}$
1	11	0	9	5 $\frac{5}{14}$
2	0	0	10	3 $\frac{3}{7}$
2	1	0	11	1 $\frac{13}{14}$
2	2	1	0	0 $\frac{6}{7}$
2	3	1	1	0 $\frac{3}{14}$
2	4	1	2	0
2	5	1	3	0 $\frac{3}{14}$
2	6	1	4	0 $\frac{6}{7}$
2	7	1	5	1 $\frac{13}{14}$
2	8	1	6	3 $\frac{3}{7}$
2	9	1	7	5 $\frac{5}{14}$
2	10	1	8	7 $\frac{5}{7}$
2	11	1	9	10 $\frac{1}{2}$
3	0	1	11	1 $\frac{5}{7}$
3	1	2	0	5 $\frac{5}{14}$
3	2	2	1	9 $\frac{3}{7}$
3	3	2	3	1 $\frac{13}{14}$
3	4	2	4	6 $\frac{6}{7}$
3	5	2	9	0 $\frac{13}{14}$
3	6	2	7	6
3	7	2	9	0 $\frac{13}{10}$
3	8	2	10	6 $\frac{6}{7}$
3	9	3	0	1 $\frac{13}{14}$
3	10	3	1	9 $\frac{6}{7}$
3	11	3	3	5 $\frac{5}{14}$
4	0	3	5	1 $\frac{5}{7}$
4	1	3	6	10 $\frac{1}{2}$
4	2	3	8	5 $\frac{5}{7}$
4	3	3	10	5 $\frac{5}{14}$
4	4	4	0	3 $\frac{3}{7}$
4	5	4	2	1 $\frac{13}{14}$
4	6	4	4	0 $\frac{6}{7}$
4	7	4	6	0 $\frac{3}{14}$
4	8	4	8	0
4	9	4	10	$\frac{3}{14}$
4	10	5	0	0 $\frac{6}{7}$
4	11	5	2	1 $\frac{13}{14}$
5	0	5	4	3 $\frac{3}{7}$
5	1	5	6	5 $\frac{5}{14}$
5	2	5	8	7 $\frac{10}{14}$
3	3	5	10	10 $\frac{1}{2}$
5	4	6	1	1 $\frac{5}{7}$
5	5	6	3	5 $\frac{5}{14}$
5	6	6	4	1 $\frac{3}{7}$
5	7	6	8	1 $\frac{13}{14}$
5	8	6	10	6 $\frac{6}{7}$
5	9	7	1	0 $\frac{3}{14}$
5	10	7	3	6
5	11	7	6	0 $\frac{3}{14}$
6	0	7	8	6 $\frac{6}{7}$
6	1	7	11	1 $\frac{13}{14}$
6	2	8	1	7 $\frac{3}{7}$
6	3	8	4	5 $\frac{5}{14}$
6	4	8	7	1 $\frac{5}{7}$
6	5	8	9	10 $\frac{1}{2}$
6	6	9	0	7 $\frac{5}{7}$
6	7	9	3	5 $\frac{5}{14}$
6	8	9	6	3 $\frac{3}{7}$

Vîtesse de l'eau.		Hauteur des chûtes.			
pieds.	pouces.	pieds.	pouces.	lignes.	points.
6	9	0	9	9	$1\frac{13}{14}$
6	10	0	10	0	$0\frac{6}{7}$
6	11	0	10	3	$0\frac{13}{14}$
7	0	0	10	6	0
7	1	0	10	9	$0\frac{5}{14}$
7	2	0	11	0	$0\frac{6}{7}$
7	3	0	11	3	$1\frac{13}{14}$
7	4	0	11	6	$3\frac{3}{7}$
7	5	0	11	9	$5\frac{5}{14}$
7	6	1	0	0	$7\frac{5}{7}$
7	7	1	0	3	$10\frac{1}{2}$
7	8	1	0	7	$1\frac{5}{7}$
7	9	1	0	10	$5\frac{5}{14}$
7	10	1	1	1	$9\frac{3}{7}$
7	11	1	1	5	$1\frac{13}{14}$
8	0	1	1	8	$6\frac{6}{7}$
8	1	1	2	0	$0\frac{3}{14}$
8	2	1	7	3	6
8	3	1	2	7	$0\frac{3}{14}$
8	4	1	2	10	$6\frac{6}{7}$
8	5	1	3	2	$1\frac{13}{14}$
8	6	1	3	5	$9\frac{13}{14}$
8	7	1	3	9	$5\frac{5}{14}$
8	8	1	4	1	$1\frac{5}{5}$
8	9	1	4	3	$10\frac{1}{2}$
8	10	1	4	8	$7\frac{10}{13}$
8	11	1	5	0	$5\frac{5}{14}$
9	0	1	5	4	$3\frac{3}{7}$
9	1	1	5	8	$1\frac{13}{14}$
9	2	1	6	0	$0\frac{6}{7}$
9	3	1	6	4	$0\frac{3}{14}$
9	4	1	6	8	0
9	5	1	7	0	$0\frac{3}{14}$
9	6	1	7	4	$0\frac{6}{7}$
9	7	1	7	8	$1\frac{13}{14}$
9	8	1	8	0	$3\frac{3}{14}$
9	9	1	8	4	$5\frac{5}{14}$
9	10	1	8	8	$7\frac{5}{7}$
9	11	1	9	0	$10\frac{1}{2}$
10	0	1	9	5	$1\frac{5}{7}$
10	1	1	9		$5\frac{5}{14}$
10	2	1	10	1	$9\frac{3}{7}$
10	3	1	10	6	$1\frac{13}{14}$
10	4	1	10	10	$6\frac{3}{7}$
10	5	1	11	3	$0\frac{3}{14}$
19	6	1	11	6	8
10	7	2	0	0	$0\frac{3}{14}$
10	8	2	0	4	$6\frac{6}{7}$
10	9	2	0	9	$2\frac{13}{14}$
10	10	2	1	1	$9\frac{3}{14}$
10	11	2	1	6	$5\frac{5}{14}$
11	0	2	2	2	$8\frac{4}{7}$
11	1	2	2	3	$10\frac{1}{2}$
11	2	2	2	8	$7\frac{5}{7}$
11	3	2	3	1	$5\frac{5}{14}$
11	4	2	3	6	$3\frac{5}{14}$
11	5	2	3	11	$1\frac{13}{14}$
11	6	2	4	4	$0\frac{6}{7}$
11	7	2	4	9	$0\frac{3}{14}$
11	8	2	5	2	0
11	9	2	5	7	$0\frac{3}{14}$
11	10	2	6	0	$0\frac{6}{7}$
11	11	2	6	5	$1\frac{13}{14}$
12	0	2	6	10	$3\frac{3}{14}$

L'application de l'idée de l'instrument dont on vient de parler au sillage des vaisseaux, vint à M. Pitot dans le moment qu'il en eut fait la pre-

mière expérience sur la rivière. On place dans le milieu du vaisseau deux tuyaux de métal de trois ou quatre lignes de diamètre, comme ceux qu'on a décrits ci-dessus. Leur partie supérieure sera refendue pour y enchâsser un tube de verre pour voir l'eau. Lorsque le vaisseau sera arrêté, l'eau sera à la même hauteur dans les deux tuyaux; mais dès que le vaisseau fera route, le tuyau recourbé sera dans le même cas que celui de la machine précédente dans une eau courante; ainsi l'eau s'élèvera dans le tuyau, & sa hauteur au-dessus de celle de l'autre tuyau marquera la vîtesse ou le sillage du vaisseau avec beaucoup de justesse. Lorsque le vaisseau fera trois lieues par heure, par exemple, l'eau s'élèvera dans le tuyau d'environ 41 pouces; & lorsqu'il ne fera que deux lieues & demie par heure, l'eau s'élèvera de près de 31 pouces. Pour éviter des répétitions, nous avons cru à propos d'exposer ici l'application de l'idée de M. *Pitot* au sillage des vaisseaux, plutôt que de la renvoyer ailleurs.

Cette méthode de mesurer la vîtesse courante des eaux des rivières, des canaux, des aqueducs quelconques, en un mot, est bien plus aisée & plus exacte dans la pratique que celle de Mariotte. *Mém. de l'Acad. des Sciences, ann.* 1732, *pag.* 366.

Les petits canaux pour conduire les eaux d'un endroit quelconque à une ville, ont moins de cet éclat imposant qui frappe l'imagination, mais ils n'en sont pas moins utiles; une notice de ce qui a été entrepris pour quelqu'un de ces petits canaux peut être d'autant plus avantageuse à un physicien, que les occasions d'en diriger se présentent plus souvent. Nous choisirons pour exemple le projet d'amener à Paris les rivières d'Yvette & de Bièvre.

De tout temps la ville de Paris a manqué d'une suffisante quantité d'eau. 800 Pouces d'eau sont nécessaires à cette ville pour le besoin intérieur des maisons, & elle en a tout au plus 200 à 230: savoir, par la pompe notre-dame, 120 à 125, par Arcueil, 40 à 50; par la samaritaine, 25 à 30, par les sources du Pré Saint-Gervais, 12 à 15; & par Belleville, 10, ainsi qu'il conste par les mémoires de M. Deparcieux, qui a sacrifié les vingt dernières années de sa vie à montrer les avantages de son projet de l'Yvette; souvent même il arrive que cette quantité d'eau est excessivement réduite.

Ce fut en 1762 que M. Deparcieux présenta pour la seconde fois à l'académie le projet de l'Yvette; en 1766, il lut sur le même sujet un second mémoire, & un troisième en 1767. Dans ces trois mémoires, cet académicien a rendu compte des différentes opérations qu'il avoit faites pour s'assurer de la jauge des eaux & du nivellement, & il y a tracé la route que doit suivre l'acqueduc qui porteroit les eaux de l'Yvette à Paris.

Pour empêcher les filtrations, & pour purifier l'eau, il veut qu'elle soit menée par un acqueduc en maçonnerie, que de distance en distance il y ait une grille pour arrêter les immondices; & des repos où les eaux puissent déposer. Il indique le percement d'une montagne entre Palaisseaux & Massi; enfin il parle des ponts, acqueducs & autres travaux que l'exécution de son projet exige; & il estimoit que la dépense de cette conduite pourroit monter à cinq ou six millions. Pour les détails, on peut consulter les *mémoires de l'académie*.

Après la mort de M. Deparcieux, arrivée en 1768, le gouvernement crut devoir s'occuper du projet de cet académicien. MM. Péronnet & Chezy furent chargés de faire un travail détaillé, pour évaluer au juste la dépense de son exécution. Le 15 décembre 1775, M. Péronnet rendit compte de son travail dans une assemblée publique de l'académie; mais l'exécution du projet fut depuis ce temps arrêtée, peut-être à cause de la grande dépense, à laquelle on la portoit, qui étoit de 7,826,209 livres. C'est ce qui détermina, plusieurs années après, M. de Fer de la Nouerre à examiner si on ne pouvoit pas, à la rigueur, se procurer l'eau à moins de frais, & procurer, par ce moyen, une plus prompte exécution.

M. de Fer, dans son ouvrage intitulé, *de la science des canaux navigables*, a traité du même objet dans un mémoire sur la possibilité d'amener à Paris, en une seule campagne, les rivières d'Yvette & de Bièvre au haut de l'estrapade, à moins d'un million de dépenses, au lieu de sept millions huit cent treize mille livres, auxquelles cette dépense avoit été portée. M. de Fer y donne la carte & le détail de la route qui passant par Vitaires, Chatenay, & le Bourg-la-Reine, évite la dépense de plusieurs acqueducs. Pour cet effet, il s'est contenté de proposer une simple rigole, sans revêtissement de pierres, semblable aux rigoles des canaux de Languedoc & de Briare. Ce mémoire fut approuvé par l'académie des sciences après un mur examen; & le 3 novembre 1787, il y eut un arrêt du conseil du roi qui autorisa l'exécution du plan de M. de Fer.

Les pompes à feu, la machine du pont notre-dame, celle de la samaritaine, par lesquelles on a voulu fournir de l'eau à Paris, n'ont point par elles-mêmes la constance des aqueducs. La durée d'un aqueduc est indépendante de toutes les révolutions: ceux que l'on avoit faits autrefois pour la ville de Rome, servoient encore au bout de 1200 ans; & les restaurations faites par les papes, avec des dépenses médiocres, ont suffi de nos jours, pour amener des fleuves d'eau sur les montagnes de Rome moderne.

On connoît l'acqueduc de la nouvelle rivière que Hugh Midleton amena à Londres en 1608, qui fournit 400 pouces d'eau, (chaque pouce d'eau produit 13 pintes par minute.) Cet aqueduc de

Londres pourroit en donner bien davantage, comme le prouve M. de Fer, en proposant d'amener la rivière de Lew à Londres : on épargneroit par là le charbon de terre qui par-tout commence a devenir beaucoup moins abondant. En effet, si les machines à feu se multiplioient avec profusion, & que chaque machine consommât seulement 27 pieds cubes de charbon tous les jours, les mines les plus riches s'épuiseroient. Aussi n'y a t'il plus qu'une pompe à feu qui soit à Londres dans une pleine activité.

M. Brulé s'est ensuite occupé à renouveller le projet d'amener à Paris la rivière de Beuvronne, qui peut fournir 1800 pouces d'eau, & que l'on prendroit entre Claye & Gressy, à 13 milles à l'Orient de Paris : elle peut arriver 95 pieds au-dessus des eaux de la Seine.

Ces divers projets auroient sans doute été mis en pratique à cause de leur utilité & de leur grande économie dans les frais de constructions ; mais diverses circonstances politiques où s'est trouvée la ville de Paris, en ont suspendu l'exécution pour quelque temps.

AQUEDUCS *souterrains*, pour nettoyer les fosses. *Voyez* le mot FOSSES, vers la fin de l'article. On a déja parlé ci-dessus des aqueducs souterrains des Romains & de quelques-uns de ceux des peuples modernes.

AQUEDUC. (*dans l'oreille*) C'est un conduit long & étroit qui passe obliquement de la caisse du tambour jusque dans le palais. Ce canal, en partie cartilagineux & en partie membraneux, se termine dans la bouche par une ouverture assez grande à côté de la luette & proche les fentes qui sont aux narines. La communication du palais à cette cavité est sensible, en ce que ceux qui prennent du tabac en fumée le rendent quelquefois par les oreilles, & que ceux qui sont sourds entendent quand on leur parle dans la bouche. *Voyez* CAISSE DU TAMBOUR.

AQUEUSE, HUMEUR AQUEUSE. Cette humeur qui remplit la partie antérieure de l'œil, est ainsi appelée, parce qu'elle paroît avoir la fluidité de l'eau : c'est elle qui fait avancer la cornée un peu hors de l'orbite, pour recevoir les rayons qui viennent directement & obliquement. Sa liquidité sert pour opérer la réfraction des rayons de lumière qui entrent dans l'œil, & pour y laisser nager l'uvée qui se doit dilater & resserrer. Cette humeur couvre la cristalline par devant & la seule partie antérieure de la vitrée, laquelle est autour du cristallin. On a observé qu'elle laisse par l'évaporation un sel lixiviel, & qu'au goût elle est un peu salée ; elle s'évapore promptement & toujours après la mort. D'un autre côté, il est très-constant qu'elle se régénère. *Voyez* HUMEUR AQUEUSE.

AQUEUX (météores.) (*Voyez* MÉTÉORES AQUEUX.)

AQUEUX. Ce mot est employé pour signifier toute substance qui contient beaucoup d'eau. Ainsi on dit que les laitues, le pourpier, les poirées ; sont des plantes aqueuses, des remèdes aqueux, que les raisins, les pommes, les pêches, sont des alimens aqueux. Quelquefois on distingue par ce mot d'aqueux, les substances qui participent à la nature de l'eau : dans ce sens, on dit l'humeur aqueuse de l'œil, les parties aqueuses du lait.

AQUILON. C'est, selon le plus grand nombre des auteurs, le vent du nord-est ; savoir, celui dont la direction est entre le vent du nord & le vent de l'est. D'autres, en petit nombre, donnent ce nom au nord-nord-est. *Voyez* VENT.

ARACHNOÏDE. Ce mot dont l'origine vient de deux mots grecs qui signifient *forme* de toile d'*araignée*, est employé pour désigner une membrane mince & transparente qui règne entre la dure-mère & la pie-mère, & que l'on croit envelopper toute la substance du cerveau, la moëlle allongée, la moëlle de l'épine.

ARACHNOÏDE ou *Cristalloïde*, ou *Capsule du cristallin*. C'est une tunique très-mince qui enveloppe l'humeur cristalline de l'œil. L'arachnoïde est adhérente par sa partie postérieure à la tunique vitrée : elle a trois usages, 1°. de retenir le cristallin dans le chaton de l'humeur vitrée, & d'empêcher qu'il ne change de situation ; 2°. de séparer le cristallin de l'humeur aqueuse, & d'empêcher qu'il n'en soit continuellement humecté ; 3°. les vaisseaux lymphatiques fournissent une liqueur qu'ils déposent dans sa cavité pour rafraîchir continuellement le cristallin. V. Petit. *Mém. de l'Acad.* 1730, *p.* 622.

ARATUS, poète du temps de Ptolomée-Philadelphe, naquit dans la Cilicie, & fut un des courtisans d'Antigonus, roi de Macédoine, pour lequel il composa son poème grec, intitulé les *Phénomènes*, dans lequel il décrit les figures des constellations, leurs situations dans la sphère, l'origine des noms qu'elles portoient en Grèce & en Egypte, les fables qui y avoient donné lieu, le lever & le coucher des étoiles, d'après les livres d'Eudoxe, & il indique la manière de reconnoître les constellations par leur situation respective, comme on le verra à l'article CONSTELLATION. Cicéron traduisit, dans sa jeunesse, ce poème grec en vers latin ; Germanicus-César en fit autant. Ce poète physicien fleurissoit vers l'an 270 avant J. C.

ARBRE. On se sert quelquefois de ce mot pour désigner l'axe d'une machine; d'autre fois pour indiquer la partie principale qui soutient une machine.

ARBRE DE DIANE ; c'est le nom que l'on donne à une espèce de cristallisation en forme de végé-

tation, qui résulte ordinairement du mélange du mercure & d'une dissolution d'argent par l'acide nitreux étendu dans l'eau. On a donné à cette cristallisation le nom *d'arbre*, parce qu'on la voit naître & augmenter successivement par un arrangement des parties en forme d'arbrisseaux plus ou moins rameux. L'argent ayant été appelé par les anciens *lune* ou *diane*, on a nommé *arbre de diane* cette espèce de végétation métallique. Il y a plusieurs espèces d'*arbres de diane*, voici les principales.

I. M. Lémeri à qui on doit ce premier procédé, prescrit de prendre une once d'argent fin, de le faire dissoudre dans une suffisante quantité d'esprit de nitre, bien pur & médiocrement fort; de mêler ensuite cette dissolution d'argent dans un matras ou dans un bocal, avec environ vingt onces d'eau distillée; d'y ajouter deux onces de mercure, & de laisser enfin le tout en repos. Au bout de quarante jours, on trouvera sur le mercure une espèce d'arbre d'argent qui se sera formé successivement; on y remarquera des branches qui imiteront une végétation naturelle par leurs différentes ramifications, terminées par des boules qui présentent l'apparence de fruit. Cette méthode est bonne, mais elle est fort longue. Voyez la *figure* 59.

II. M. Homberg a trouvé un procédé bien plus court que le précédent; car la formation de l'arbre n'exige que l'espace de quelques minutes, quand la dissolution a été préalablement faite. Elle consiste à faire une amalgame à froid de quatre gros d'argent fin en limaille, ou mieux encore en feuilles avec deux gros de mercure; à dissoudre cette amalgame dans quatre onces d'esprit de nître pur & médiocrement fort; & à étendre ensuite cette dissolution dans environ une livre & demie d'eau distillée. Après cela on agitera le mélange, qu'on conservera au besoin dans un flacon de cristal bouché.

Quand on veut se servir de ce mélange pour avoir un arbre de diane, on en verse environ une once dans un gobelet de verre à pied, ou dans une petite bouteille; on y ajoute gros comme un pois d'une amalgame d'or ou d'argent qui ait la consistance du beurre: au bout de deux ou trois minutes, on commencera à voir de petites flammes fixées à la boule d'amalgame qui est au fond du verre, qui augmenteront à vue d'œil, en jetant des branches de côté & d'autre en forme de petits arbrisseaux; mais on n'y appercevra point de petites boules semblables à des espèces de fruits, comme dans le précédent. La figure de cet *arbre de diane extemporanée* est représenté à la *figure* 60.

L'explication des phénomènes que présentent les différentes espèces d'*arbres de diane*, est fondée sur l'*affinité*, & sur la précipitation chymiques. *Voyez* ces mots. Le mercure ayant plus d'affinité que l'argent avec l'acide nitreux, contraint ce métal à se séparer de cet acide & à tomber en précipité. Mais les parties de l'argent doivent prendre, à mesure qu'elles se précipitent, un arrangement qui présente par l'accession de nouvelles parties qui se succèdent, une apparence de végétation. Car les premières particules d'argent qui se précipitent par l'affinité qu'elles ont avec le mercure, se portent plutôt vers la petite portion d'amalgame qu'on a mise au fond du vase où doit s'élever l'arbre, que de tout autre côté; & c'est encore par un effet de cette affinité ou attraction, que les nouvelles particules d'argent qui continuent à se précipiter, viennent se joindre successivemement aux premières déja adhérentes à l'amalgame, plutôt que de se porter vers tout autre endroit du vase ou de la liqueur dans lequel l'attraction est moins forte; de sorte que la cristallisation ou végétation métallique, appelée *arbre de diane*, depend de la précipitation chimique, & de l'affinité qu'ont entr'elles les parties intégrantes d'une même substance ou de deux substances analogues.

Le procédé de M. Baumé consiste à mêler six gros de dissolution d'argent, & quatre gros de dissolution de mercure par l'acide nitrique, & toutes deux bien saturées, d'ajouter à ces liqueurs cinq onces d'eau distillée, & de les verser dans un vase de terre sur six gros d'une amalgame faite avec sept parties de mercure & une partie d'argent, cette méthode & celle de Homberg réussissent avec plus de promptitude que celle de Lémeri, par l'action réciproque & le rapport qui existe entre les matières métalliques. En effet, le mercure contenu dans la dissolution, attire celui de l'amalgame; l'argent contenu dans cette dernière, dit M. de Fourcroy, agit aussi sur celui qui est tenu en dissolution, & il résulte de ces attractions, une précipitation plus prompte de l'argent. Le mercure qui fait partie de l'amalgame étant plus abondant qu'il ne seroit nécessaire pour précipiter l'argent de la dissolution, produit encore un troisième effet, celui d'attirer l'argent par l'affinité, & la tendance qu'il a à se combiner avec ce métal; il s'y combine effectivement, puisque les végétations de l'arbre de diane ne sont qu'une véritable amalgame cassante & cristallisée.

L'argent, l'acide nitreux & l'eau, employés dans cette expérience, doivent être très-purs, parce que sans cette condition, les substances hétérogenes qui y seroient contenues, pourroient précipiter l'argent qui ne doit l'être que par l'intermède du mercure pour le succès de l'expérience.

On a soin d'étendre la dissolution d'argent dans une grande quantité d'eau, en composant le mélange, 1°. afin, dit Maquer, d'éviter la formation des *cristaux de lune*, qui pourroit avoir lieu si la dissolution étoit trop concentrée; car ces cristaux sont une cristallisation d'argent dans l'état salin, bien différente de l'*arbre de diane* qu'on cherche à obtenir; 2°. parce que si la dissolution d'argent

étoit concentrée, les parties intégrantes de l'argent feroient précipitées en trop grande quantité & trop vîte : ce qui leur ôteroit la liberté de s'appliquer régulièrement les unes aux autres, & les forceroit à tomber confusément comme un précipité informe. 3°. L'acide nitreux doit être saturé d'argent avant de l'étendre dans l'eau ; sans quoi il faudroit que la partie libre de l'acide commençât à se saturer d'argent ou de mercure, avant que la précipitation pût avoir lieu, ce qui allongeroit d'autant plus l'expérience, que la dissolution auroit plus d'excés d'acide.

Nous remarquerons encore avec le chimiste que nous venons de citer, que dans les précipitations de l'argent, dans les deux expériences précédentes, ce métal reparoit avec toute sa forme naturelle & tout son brillant métallique, parce qu'il est précipité de l'acide qui le tenoit en dissolution par l'intermède d'un autre métal, effet général qui a lieu pour tous les métaux dans les mêmes circonstances; tandis qu'au contraire les métaux paroissent toujours sous la forme de chaux ou d'un précipité terreux ou salin, qui n'a aucune apparence métallique, lorsqu'ils sont précipités par un autre intermède que par un métal. C'est ce qu'on observe dans l'expérience suivante.

III. Faites dissoudre une once d'argent de coupelle, avec trois onces d'eau forte dans une phiole, ou un petit matras qu'on mettra sur le sable & à un feu modéré, jusqu'à réduction de moitié ; après avoir ajouté trois onces de bon vinaigre distillé un peu chauffé & remué le mélange, on le laissera reposer pendant un mois environ ; & on y verra une cristallisation qui représentera un sapin, dont le haut ira jusqu'à la surface de la liqueur. Ce procédé qui est encore de M. Lémeri, exige un mois pour son effet complet.

IV. Voici une autre manière de faire un *arbre de diane* qu'on doit à M. Homberg. Prenez, dit ce savant académicien, quatre onces de petits cailloux transparens, tels qu'on en trouve ordinairement dans le sable sur le bord des rivières. Après les avoir fait rougir dans un creuset, & les avoir éteints dans l'eau froide deux ou trois fois, pilez-les fort menu, & les mêlez exactement avec douze onces de sel de tartre : fondez-les à grand feu, & les laissez refroidir, & il en résultera une masse vitrifiée, qui, pilée & mise à la cave sur une table de marbre un peu inclinée, s'y dissoudra en huile par défaillance, qu'on conservera pour l'usage, dans une phiole.

D'un autre côté, faites dissoudre un métal quelconque dans de l'acide nitreux, vulgairement connu sous le nom d'eau forte, ou dans l'eau régale ; & évaporez le dissolvant jusqu'à siccité ; & vous obtiendrez une masse grise, verte ou brune, suivant l'espèce de métal.

Pour avoir ce nouvel *arbre de diane*, on prendra de cette masse métallique, un petit morceau gros comme un petit pois, & on le mettra dans l'espèce d'huile de tartre par défaillance. Environ trois ou quatre minutes après on verra sortir du petit morceau métallique, une corne de la grosseur d'un petit brin de paille, laquelle s'élevera peu à peu, sans grossir davantage, & jetera de côté une ou deux branches qui seront terminées, aussi bien que le tout, par une petite bulle d'air, comme dans la *figure* 61.

V. Faites un amalgame à froid d'une partie d'or ou d'argent fin, & de trois ou quatre parties de mercure purifié par cinq ou six sublimations différentes ; mettez-le dans un matras que vous scellerez ensuite hermétiquement, en une digestion un peu forte, pendant quinze jours. L'amalgame se durcira, & sur toute sa surface, il s'élevera des ramifications de la hauteur de 6 à douze lignes, selon la quantité de l'amalgame, & selon les degrés de feu qu'on lui donnera. Pour le succès de cette expérience, il faut qu'il n'y ait ni trop, ni trop peu de chaleur, ou de mercure dans l'amalgame, & que le métal soit fermé hermétiquement. Cet arbre est encore dû à M. Homberg. Tome X des *mem. de l'acad.* pag. 172, &c.

ARBRE DE MARS. Le fer étant la substance principale & le seul métal qui entre dans la composition propre à former cette espèce de cristallisation sous forme de végétation, on lui a donné le nom d'arbres de mars : on est redevable de cette invention à M. Lémery le jeune.

Sur une dissolution de limaille de fer dans l'esprit de nitre (ou *acide nitrique*, selon la nouvelle nomenclature), versez de la liqueur alkaline de tartre. Après que l'effervescence & la chaleur seront passées, vous verrez s'élever, à la surface du verre, des ramifications qui s'augmenteront successivement jusqu'à couvrir le verre tout entier, & présenteront des apparences de fleurs & de feuilles. *Hist. de l'acad.*, année 1706. L'explication de ce phénomène est facile après celle des *arbres de diane & de vénus*.

ARBRE DE VÉNUS. Une cristallisation métallique, où le cuivre entre, peut être nommé arbre de vénus, uniquement pour la distinguer des précédentes ; car peut-être cette dénomination seroit plus exacte si le menstrue ou dissolvant tenoit du cuivre. Pour avoir un *arbre de vénus*, il suffit de placer sur un petit morceau de verre ou de glace un petit bout angulaire de ce cuivre en feuille, qu'on appelle clinquant, d'y mettre dessus une petite goutte de dissolution d'argent par l'acide nitreux, même telle que celle dont on a parlé dans l'article *arbre de diane* ; ce qu'on opérera facilement avec un bout de plume taillée fort gros. Placer le morceau de verre de telle manière que l'angle du morceau de

clinquant soit au foyer d'un microscope ordinaire, & bientôt vous appercevrez une superbe cristallisation *dendroïsique*, qui vous présentera les plus belles ramifications : on la verra se former, naître, s'accroître & s'augmenter successivement avec assez de rapidité. Ce phénomène est si brillant qu'on ne se lasse point de faire cette observation. *Voyez* la *figure* 62.

Cet effet dépend des mêmes principes qui ont été exposés à l'article *arbre de diane*. L'acide nitreux, qui s'empare bientôt du cuivre qu'on a exposé à son action, abandonne l'argent qui tombe en précipité autour de la pointe de cuivre où elle forme différentes ramifications & sous-ramifications, composée des particules intégrantes de l'argent qui étoit dissous dans l'acide nitreux, & qui ont entre elles une très-grande affinité.

ARBRE ÉLECTRIQUE. C'est le nom qu'on donne à un appareil de physique, qui présente l'apparence d'une espèce d'arbre. Sur un pied de cuivre, s'élève verticalement au milieu une tige du même métal, traversée à différentes distances par des branches dont les directions sont alternativement perpendiculaires les unes aux autres. Chacune de ces branches métalliques est recourbée à angles droits par ces deux extrémités; & sur chacun de ces deux bouts, ainsi relevés, on place une espèce d'aiguille de métal faite en forme de S, au milieu de laquelle on a formé une espèce de chape, comme celle des aiguilles de boussole.

Si on place cet appareil sur le conducteur électrique, & qu'on fasse jouer la machine électrique, on verra toutes les aiguilles faites en ∽, tourner rapidement sur leurs pivots. Dans l'obscurité, on apercevra, à chaque bout des aiguilles, une aigrette lumineuse; mais si le mouvement de rotation de ces aiguilles est très-fort, on verra autant de cercles de lumière qu'il y aura d'aiguilles.

Au lieu de faire construire ces aiguilles en forme de S, on peut leur en donner une plus simple & plus aisée à exécuter. Il suffira, pour cet effet, de recourber, en sens contraire, les deux extrémités d'un fil de cuivre suffisamment épais, pour pratiquer, au milieu de sa longueur avec un foret, un trou conique comme ceux qui sont aux chapes. On limera encore les deux bouts pour les rendre un peu pointus.

On peut encore varier cet appareil, en lui donnant une tige de verre pour supporter la portion supérieure où sont les branches & les aiguilles. Si l'appareil est éloigné du conducteur électrisé, on les unit par une tige de communication; s'il en est près, celle-ci devient inutile, les pointes soutirant de loin le fluide électrique; &, dans ces deux cas, les aiguilles de l'appareil sont en mouvement comme dans la première construction, & les phénomènes paroissent les mêmes.

Le mouvement des aiguilles est produit par les aigrettes électriques qui sortent de toutes les pointes électrisées, & frappant ensuite l'air qui oppose une certaine résistance au fluide électrique, il est nécessaire, à cause de la construction des aiguilles, que le mouvement de rotation ait lieu. Voyez *aiguille électrique*.

ARC. C'est la portion d'une courbe quelconque; par exemple, d'un cercle, d'une ellipse, d'une parabole, &c.

ARC DE CERCLE; c'est une portion de la circonférence : ainsi la portion MK, *fig.* 33, est un arc de cercle; il en est de même de celle qui est désignée par MN. Les *arcs* de cercle servent à mesurer les angles; & on évalue les arcs par le nombre de degrés qu'ils contiennent. Pour cet effet, du sommet d'un angle donné I, comme centre, on décrit une circonférence NKLON, laquelle est toujours divisée en 360 degrés ou parties égales. L'arc LKNO renfermant les trois quarts de la circonférence, aura donc pour valeur les trois quarts de 360, c'est-à-dire, 270 degrés; l'arc LKN, moitié de la circonférence, vaudra 180 degrés; l'arc KL, qui n'est que le quart de toute la circonférence, sera de 90 degrés, & ainsi de suite. Un angle donné étant donc inscrit dans un cercle, divisé à sa circonférence en 360 degrés, on connoîtra la valeur de cet angle par le nombre de degrés qui seront compris entre ses deux côtés. Si l'arc MK contient 30 degrés, l'angle donné MIK sera de 30 degrés. On peut diviser facilement un cercle en 360 degrés, & s'en servir ensuite pour évaluer tous les arcs & tous les angles qu'on désirera connoître dans toutes les occasions. Dans les étuis de mathématique, on trouve des *rapporteurs* ou demi-cercles divisés, qui sont en cuivre ou en corne transparente, & qui, étant superposés sur un angle quelconque, dont le sommet sera au centre, marquent le nombre des degrés de l'arc contenu entre les côtés d'un angle proposé.

Les *arcs égaux* sont ceux qui ont le même nombre de degrés, le rayon du cercle qui sert à les mesurer étant égal : ainsi l'arc KL, LO, ON sont égaux, car ils contiennent chacun 90 degrés.

Arcs concentriques. Ce sont ceux qui ont le même centre; tels sont, *fig.* 54, les arcs *a b* & A B, qui ont un même centre C.

Arcs semblables. Ce sont ceux qui contiennent le nombre de degrés de cercles décrits de différens rayons. Ainsi, *fig.* 54, les arcs A B & *a b* sont semblables, parce que si le premier contient 40 degrés de la grande circonférence, le second en renferme autant de la petite circonférence.

Arc diurne. C'est la portion d'un cercle parallèle à l'équateur que le soleil paroît décrire, chaque jour,

jour, d'orient en occident, depuis son lever jusqu'à son coucher.

L'*arc semi-diurne*, est l'arc du parallèle diurne compris entre le méridien & l'horison; c'est la moitié de l'arc diurne : il sert à déterminer le temps écoulé depuis le lever du soleil ou d'un autre astre, jusqu'au passage par le méridien, & depuis ce passage jusqu'à son coucher.

L'*arc nocturne*, est celui qui est décrit par un astre depuis son coucher jusqu'à son lever.

ARC DE LATITUDE, ARC D'ÉLÉVATION DU PÔLE. La latitude & l'élévation du pôle sont mesurées par un arc de méridien.

Arc de longitude. La longitude est mesurée par un arc de l'équateur, intercepté entre deux méridiens.

ARC D'ÉMERSION OU ARC DE VISION. C'est la quantité dont le soleil doit être abaissé verticalement au-dessous de l'horison, pour qu'un autre astre soit visible à la vue simple. On estime ordinairement l'*arc d'émersion*, selon M. de la Lande, de 18 degrés pour les plus petites étoiles; de 14 degrés pour les étoiles de troisième grandeur; de 11 à 12 degrés pour les étoiles de première grandeur, comme pour mars & saturne; de 10 degrés pour mercure & jupiter, & de 5 degrés pour vénus; mais ce dernier varie beaucoup, & il se réduit même à rien, puisque l'on voit quelquefois vénus en plein jour, le soleil étant très-élevé sur l'horison.

ARC DE PROGRESSION OU DE DIRECTION; c'est l'*arc* de l'écliptique qu'une planète semble parcourir, en suivant l'ordre des signes.

L'*arc de rétrogradation* est au contraire l'*arc* de l'écliptique qu'une planète paroît décrire en se mouvant contre l'ordre des signes.

ARC CONDUCTEUR. (en *électricité*.) Ce nom est peu usité à présent; celui d'excitateur a prévalu. (*Voyez* EXCITATEUR.)

ARC-EN-CIEL. C'est une des plus brillantes espèces de météores lumineux qui paroissent dans le ciel; l'arc-en-ciel se présente aux yeux sous la forme d'un arc ou plutôt d'une portion d'anneau, d'une bande demi-circulaire ornée des différentes teintes des couleurs prismatiques qui se peignent dans une nuée opposée au soleil, & qui se résout en pluie. Cet effet dépend de la réfraction des rayons du soleil dans les gouttes de pluie qui tombent des nuages; cette réfraction produisoit une décomposition des rayons de lumière.

On n'aperçoit ordinairement qu'un *arc-en-ciel*, auquel on donne le nom d'*arc-en-ciel principal*, d'*arc-en-ciel intérieur*, parce que quand il en paroît deux, il est entouré par le second à une certaine distance : aussi nomme-t-on celui-ci *arc-en-ciel secondaire* ou *extérieur*. Les couleurs de l'*arc-en-ciel intérieur* sont bien plus vives que celles de l'arc extérieur. Voici l'ordre des couleurs prismatiques qu'on observe dans l'*arc principal* ou *intérieur*, en comptant du dedans au dehors : *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé*, *rouge*. L'arrangement de ces couleurs est renversé dans l'*arc extérieur*; elles sont donc ainsi, en continuant de compter de la même manière : *rouge*, *orangé*, *jaune*, *vert*, *bleu*, *indigo*, *violet*. Si on n'avoit point d'idée des teintes & des nuances des couleurs qui brillent dans l'arc-en-ciel, il suffiroit de voir les couleurs que fait paroître un prisme qui reçoit & décompose les rayons du soleil : l'image du spectre coloré en est la plus parfaite représentation.

De tout temps ce brillant météore a excité l'admiration, mais la cause qui le produit a été longtemps ignorée. Les anciens, presque toujours superstitieux, se sont moins appliqués à la connoître, qu'à rechercher les présages qu'on pourroit tirer de ses différentes apparences.

Aristote supposoit, pour expliquer ce météore; 1°. que les gouttes de pluie dans lesquelles se formoit l'arc-en-ciel, étoient autant de miroirs convexes qui renvoyoient à nos yeux des images du soleil desquelles il ne s'en formoit qu'une seule qu'on voyoit confuse; parce que ces miroirs étant petits, ils ne rendent que la couleur du soleil sans en rendre la figure; 2°. que ces rayons de lumière par leur mélange avec l'ombre de nuage plus ou moins épaisse, produisoient les trois couleurs qu'il remarquoit dans l'iris; savoir, le rouge, le vert & le violet. (*Météorol. lib. 4.*)

Possidonius, célèbre mathématicien d'Alexandrie, qui vivoit après Eratosthènes & avant Ptolemée, ajouta, à l'explication d'Aristote, que le corps entier du nuage devoit avoir la forme d'un miroir concave sphérique; par cette supposition, il crut rendre raison de la figure circulaire de l'arc-en-ciel, & de la réunion de tous les rayons réfléchis par le miroir dans un point ou foyer qui étoit au fond de l'œil du spectateur.

Sénèque, dans ses *questions naturelles*, livre premier, depuis le chapitre trois jusqu'au huitième, traite de l'arc-en-ciel, & adopte le sentiment d'Aristote & de Possidonius. « Je suis, dit-il, du sentiment de Possidonius, & je crois que l'arc-en-ciel se forme dans une nuée concave, & qui auroit la figure d'un balon coupé en deux..... L'arc-en-ciel est l'image du soleil, mais qui ne lui ressemble pas en toutes choses. Et certes, toutes sortes de miroirs ne représentent pas parfaitement les objets dont ils reçoivent les images... Pourquoi donc s'étonneroit-on qu'il se fît dans les nuées un miroir, de telle sorte qu'il ne puisse représenter le soleil qu'avec des imperfections & des défauts? »

Il est inutile de s'arrêter ici à rapporter les sentimens ridicules des anciens philosophes sur l'arc-en-ciel. Plutarque rapporte que les prêtres dans leurs

offrandes se servoient par préférence de bois sur lequel l'arc-en-ciel avoit reposé & qui en avoit été mouillé, parce qu'ils s'imaginoient, on ne sait pourquoi, que ce bois rendoit une odeur bien plus agréable que les autres.

Pline ne paroît pas avoir fait des observations particulières sur ce météore; il se contente de rapporter ce qui étoit connu de son temps; il a même rassemblé peu de faits sur ce sujet si intéressant. Mais laissons dans l'oubli tout ce que les anciens ont dit sur l'*arc-en-ciel*; leurs connoissances n'étoient pas assez avancées pour rien établir de satisfaisant sur cette matière; il faut franchir un intervalle de temps considérable, pour aller jusqu'à Antonio de Dominis.

Marc-Antonio de Dominis, archevêque de Spalatro, montre dans son livre *de radiis visûs & lucis*, imprimé à Venise en 1611, que [l'*arc-en-ciel* est produit dans des gouttes rondes de pluie, par deux réfractions de la lumière solaire, & une réflexion entre deux; & il confirme cette explication par des expériences qu'il a faites avec une fiole & des boules de verre pleines d'eau, exposées au soleil. Il faut cependant reconnoître que quelques anciens avoient avancé antérieurement à Antoine de Dominis, que l'*arc-en-ciel* étoit formé par la réfraction des rayons du soleil dans des gouttes d'eau. Kepler avoit eu la même pensée, comme on le voit par les lettres qu'il écrivit à Brenger en 1605, & à Harriot en 1606. Descartes qui a suivi dans ses météores l'explication d'Antoine de Dominis, a corrigé celle de l'arc extérieur. Mais comme ces deux savans hommes n'entendoient point la véritable origine des couleurs, l'explication qu'ils ont donnée de ce météore, est défectueuse à quelques égards; car Antoine de Dominis a cru que l'*arc-en-ciel* extérieur étoit formé par les rayons qui rasoient les extrémités des gouttes de pluie, & qui venoient à l'œil après deux réfractions & une réflexion. Or, on trouve par le calcul, que ces rayons dans leur seconde réfraction doivent faire un angle beaucoup plus petit avec le rayon du soleil qui passe par l'œil, que l'angle sous lequel on voit l'*arc-en-ciel* intérieur; & cependant l'angle sous lequel on voit l'*arc-en-ciel* extérieur, est beaucoup plus grand que celui sous lequel on voit l'*arc-en-ciel* intérieur: de plus, les rayons qui tombent fort obliquement sur une goutte d'eau, ne font point de couleurs sensibles dans leur seconde réfraction, comme on le verra aisément par ce que nous dirons dans la suite. A l'égard de M. Descartes, qui a le premier expliqué l'*arc-en-ciel* extérieur par deux réflexions & deux réfractions, il n'a pas remarqué que les rayons extrêmes qui font le rouge, ont leur réfraction beaucoup moindre que selon la proportion de 3 à 4, & que ceux qui font le violet, l'ont beaucoup plus grande: de plus, il s'est contenté de dire qu'il venoit plus de lumière à l'œil sous les angles de 41 & de 42 degrés, que sous les autres angles, sans prouver que cette lumière doit être colorée; & ainsi il n'a pas suffisamment démontré d'où vient qu'il paroît des couleurs sous un angle d'environ 42 degrés, & qu'il n'en paroît point sous ceux qui sont au-dessous de 40 degrés, & au-dessus de 44 dans l'*arc-en-ciel* intérieur. Ce célèbre auteur n'a donc pas suffisamment expliqué l'*arc-en-ciel*, quoiqu'il ait fort avancé cette explication. Newton l'a achevée par le moyen de sa doctrine des couleurs.]

Plus les phénomènes que l'*arc-en-ciel* présente, sont brillans, plus le desir d'en connoître la cause doit être vif. Afin de satisfaire nos lecteurs, nous allons exposer en peu de mots, 1°. les principes d'où dépend ce météore; 2°. une explication claire & abrégée de la manière dont il se forme; 3°. une explication plus détaillée & plus composée; 4°, la description de quelques variétés & de différentes espèces d'*arcs-en-ciel*, tels que l'*arc-en-ciel lunaire*, l'*arc-en-ciel marin*, l'*arc-en-terre*, l'*arc-en-ciel des cataractes* & *des cascades*, les *arcs-en-ciel blancs* & les *iris perpendiculaires*; 5°. la réfutation de quelques objections faites contre la théorie de Newton.

1°. Les principes d'où dépendent la formation de l'*arc-en-ciel*, sont les loix de la réfraction, celles de la réflexion, & enfin les loix de la réfrangibilité des rayons de lumière.

Tout rayon de lumière qui passe obliquement d'un milieu dans un autre de différente nature, éprouve une déviation, un changement de direction qu'on appelle réfraction.

Cette réfraction se fait, ou en s'approchant, ou en s'éloignant de la perpendiculaire. Si le rayon de lumière passe obliquement d'un milieu moins attirant dans un milieu plus attirant, par exemple, de l'air dans l'eau, il s'approchera de la perpendiculaire; il s'en éloignera au contraire, s'il va d'un milieu plus attirant dans un autre qui le soit moins, par exemple, de l'eau dans l'air.

Le sinus de l'angle de réfraction est dans un rapport constant avec le sinus de son angle d'incidence. Le rapport du sinus de l'angle brisé ou réfracté, est, lorsque le rayon passe de l'air dans l'eau, comme 3 à 4, & réciproquement de 4 à 3 quand le passage se fait de l'eau dans l'air.

L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence. La lumière étant un fluide parfaitement élastique, ses rayons suivent cette loi bien plus exactement que les autres corps.

La lumière est composée de rayons de diverses espèces, différemment réfrangibles & différemment réflexibles. Conséquemment la réfraction la décompose en produisant leur séparation, & ces rayons ainsi séparés, se présentent aux yeux avec les couleurs qui leur sont propres. Voici l'ordre des rayons

colorés, en commençant à compter de ceux qui sont les moins réfrangibles à ceux qui le sont davantage : *rouge*, *orangé*, *jaune*, *vert*, *bleu*, *indigo* & *violet*. Ce sont les sept couleurs primitives qu'on observe dans un *arc-en-ciel*, & qu'on observe dans une chambre obscure où l'on reçoit un rayon solaire sur un prisme triangulaire. *Voyez* RÉFRACTION, RÉFLEXION, COULEURS, RÉFRANGIBILITÉ, PRISME.

2°. Ces principes supposés, on comprendra plus facilement l'explication de l'*arc-en-ciel*. Afin de mieux saisir la marche des rayons de lumière, dans les gouttes de pluie, examinons la route qu'ils tiennent en partant du soleil, en entrant & en sortant de chaque goutte, pour parvenir ensuite à l'œil ; & pour rendre plus sensibles les changemens de direction qu'ils éprouvent, augmentons les dimensions d'une goutte de pluie, & supposons-la représentée par le cercle *s t* D *s* de la *figure* 63. Il est évident que le rayon solaire S tombant obliquement sur cette goutte d'eau, se réfractera en *s*, en s'approchant de la perpendiculaire *s* C, bien loin de suivre la direction *s* F, ce qu'il auroit fait s'il n'y avoit pas eu changement de milieu. Le rayon réfracté ira donc en *t*, où il sera réfléchi en partie par la dernière couche de la goutte d'eau. L'angle de réflexion étant égal à l'angle d'incidence, le rayon *s t* sera donc réfléchi vers *e*, où se fera une nouvelle réfraction, qui éloignera de la perpendiculaire C *p* ce rayon, parce qu'il passe obliquement de l'eau dans l'air, & ne lui permettra pas de suivre sa direction *t f*. Mais ce rayon de lumière *t f*, qui est composé de sept espèces de rayons différemment réfrangibles, se décomposera en passant de l'eau dans l'air, & présentera sept rayons partiels, savoir, en allant de O en B, le *rouge* qui est le moins réfrangibles, l'*orangé*, le *jaune*, le *vert*, le *bleu*, l'*indigo* & le *violet* qui est le plus réfrangible de tous les rayons. Si l'œil s'élève lentement de O en B, il appercevra successivement ces différentes couleurs dans le même ordre où elles ont été nommées. Ces apparences successives auront encore lieu, si la goutte ou cercle *s t* D *s* descendoit de D en E, l'œil restant en O. Mais, dans tous ces cas, l'angle formé par le rayon incident S *s* & le rayon émergent *e* B, est d'un degré 45 minutes plus petit que l'angle S F O ; celui-ci étant de 42 degrés 2 minutes, celui-là sera donc de 40 degrés 17 minutes.

Supposons maintenant qu'au lieu de faire descendre la goutte de D en E, l'œil restant toujours au point O, tout l'espace D E soit rempli de gouttes d'eau, on verra en même temps les sept couleurs primitives de l'*arc-en-ciel*. Il en sera de même de tous les autres espaces où les rayons incidens & émergens auroient entr'eux les mêmes rapports. Si on imagine donc de pareilles suites de globules d'eau ou de gouttes de pluie dans un anneau ou bande semi-circulaire A F B E, *fig.* 65, dont l'œil O d'un spectateur occupe le centre, il verra un *arc-en-ciel* ordinaire, l'arc principal ou intérieur, c'est-à-dire, une bande A F B E ornée des sept couleurs prismatiques. La largeur de cette bande est égale à D E, & par conséquent proportionnelle à la différence qu'il y a entre les rayons les plus réfrangibles & ceux qui le sont le moins, c'est-à-dire, entre les rayons violets & les rayons rouges.

Comme on apperçoit souvent deux *arcs-en-ciel* en même temps, il est nécessaire d'expliquer la formation du second *arc-en-ciel* qu'on nomme *secondaire* ou *extérieur*. Considérons d'abord un seul globule d'eau *e d s e* (*figure* 64) ; le rayon solaire S *s* tombant obliquement sur la partie inférieure *s* de la goutte d'eau, en conséquence des loix de la réfraction & de la réflexion qu'on a exposées, se réfractera au point *s*, en s'approchant de la perpendiculaire *p s* C, parce qu'il passe de l'air dans l'eau, c'est-à-dire, d'un milieu moins attirant dans un milieu plus attirant. Il ne continuera donc pas sa route vers *a*, mais sera réfléchi en *d*, & delà en *e*, en faisant toujours son angle de réflexion égal à celui de son incidence. Parvenu en *e*, ce rayon solaire, réfléchi une seconde fois, se portera vers *g*, où il éprouvera une réfraction qui l'éloignera de la perpendiculaire *p g* C, à cause qu'il sort obliquement d'un milieu plus attirant dans un qui l'est moins. Il ne continuera donc point la direction *g h*, qui est le prolongement de celle *e g* que la seconde réflexion lui avoit imprimée.

Le rayon solaire sortant du point *g*, se décomposera & se divisera en sept rayons différemment réfrangibles, de telle sorte que le rouge qui l'est le moins, sera en O ; après seront l'orange, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo, & en B le rayon violet qui est le plus réfracté. Si l'œil d'un observateur est en O, le rayon émergent *g* O faisant, avec le rayon solaire incident S *s*, un angle de 50 degrés 57 minutes, il appercevra le rouge. L'œil s'abaissant successivement de O en B, le rayon incident S *s* fera, avec les six autres rayons émergens, une suite d'angles qui augmenteront jusqu'à l'angle formé par ce même rayon incident S *s* & par le rayon *g* B violet, qui est de 54 degrés 4 minutes, conséquemment plus grand de 3 degrés 7 minutes : alors il appercevra successivement les sept couleurs primitives. Les apparences seront les mêmes, si l'œil restant toujours en O, la goutte d'eau montoit de G en H.

Mais si on suppose cet espace G H rempli en même temps de semblables gouttes d'eau, l'œil en O verra à la fois les sept couleurs de l'*arc-en-ciel* : & s'il y a de pareilles suites de gouttes d'eau dans des circonférences de demi-cercles concentriques, formant un demi-anneau C H D G,

fig. 65, dont l'œil O soit le centre, ou plutôt soit le sommet d'un cône dont ces circonférences constitueroient la base, on observera un *arc-en-ciel*, c'est-à-dire, une bande demi-circulaire ornée des sept couleurs prismatiques, placées dans un ordre opposé à celui de l'arc intérieur ou principal.

Les couleurs de ce second arc, de cet *arc-en-ciel extérieur*, sont moins vives que celles de l'*arc intérieur*, parce que les rayons de lumière qui forment l'*arc extérieur*, ont subi deux réflexions en *d* & en *e*, *fig.* 64; & que les rayons de l'*arc intérieur* ne souffrant qu'une seule réflexion en *t* (*fig.* 63), ceux-là sont moins affoiblis que ceux-ci. Chaque réflexion, comme chaque réfraction, produit un déchet & une diminution d'intensité dans l'éclat des couleurs. Aussi les rayons qui ont été réfléchis en *t* (*fig.* 63), & en *d* & *e*, (*fig.* 64) ont-ils éprouvé une dispersion d'une partie des filets lumineux qui les formoient du bord; & nous n'avons considéré que la portion restante du rayon, celle qui a continué la route tracée jusqu'à l'œil.

Dans l'explication de l'*arc-en-ciel* intérieur & extérieur, & dans celle des *figures* 63 & 64, on a dit que les couleurs se présentoient à l'œil, ou sur un carton, d'O en B, O étant le rouge & B le violet; mais l'ordre dans lequel nous voyons la suite des couleurs prismatiques dans l'*arc-en-ciel* même, est entièrement opposé, parce que tous les sept rayons primitifs se croisant au point *e*, *fig.* 63, & en *g*, *fig.* 64, nous rapportons en *r* & *r* l'impression faite en O & O; en *b* & *b*, celle qui a été faite en B & B, & ainsi des autres qui sont intermédiaires. Mais B (*fig.* 63) étant en haut, il faut que le point où l'œil rapporte l'impression faite dans cette direction, soit aprés le croisement dans la partie inférieure en *b*; de même O sera rapporté en *r*. Il faut en dire autant des parties correspondantes de la *figure* 64. Cet effet vient de cette loi générale d'optique que nous rapportons toujours les impressions en ligne droite; & qu'après le croisement de deux ou plusieurs rayons qui passent par un trou ou par un point, les apparences sont conséquemment renversées. C'est ainsi que sur la retine ou dans une chambre obscure, comme nous le dirons en son lieu, la peinture des objets extérieurs est entièrement renversée.

Il est facile de démontrer par expérience la vérité de cette explication. Prenez une boule de verre creuse & mince, remplie d'une eau bien claire, & suspendue par le moyen de deux cordons M H G C, fixés par une extrémité à un bouton soufflé à chaque pôle, passant ensuite sur des poulies, & retenus par la main M, comme on le voit en la *figure* 64. Si cette boule est vers le fond d'un appartement, que les rayons du soleil puissent tomber sur elle, soit sur la partie supérieure, soit sur la portion inférieure, & qu'un spectateur soit entre le soleil & la boule qui représente une goutte de pluie, on verra successivement les couleurs de l'*arc-en-ciel* à mesure qu'on élèvera ou abaissera cette boule, de manière que les rayons émergens S *s* qui viennent du soleil à la boule, & ceux qui vont du point *g*, *fig.* 63, ou du point *e*, *fig.* 64, fassent des angles d'environ 40 & 42 degrés, & de 50 & 54 degrés environ. Ces couleurs prismatiques occuperont l'espace de D en E & de G en H, en commençant par le rouge & finissant par le violet. Or c'est ce que l'observation confirme; car on verra le rouge en *r*, le violet en *b*, & les autres couleurs entre ces deux extrêmes. Si on a disposé, comme il est désigné, *fig.* 63 & 64, quatorze globes, dont sept reçoivent un rayon solaire par la partie supérieure & les sept autres par l'inférieure, on observera le même ordre des couleurs que dans l'*arc-en-ciel* double, lorsque ces quatorze globes seront à des hauteurs convenables, c'est-à-dire, qu'on verra la couleur violette aux deux extrémités 1 & 14, & la couleur rouge aux points intérieurs 7 & 8, désignés par *r* & *r*.

Maintenant supposons qu'on ait rangé circulairement 14 suites de globes semblables, sur autant de circonférences concentriques, comme en A F B E, C H D G (*fig.* 65), où on n'en a marqué que 4, E, F, G, H, pour éviter la confusion; & que l'œil soit en O, sommet du cône dont ces différentes circonférences forment la base, on verra réellement deux bandes circulaires, séparées entr'elles par un intervalle, & chacune ornée des sept couleurs prismatiques dans l'ordre où on les aperçoit, lorsque dans le ciel l'*arc-en-ciel* intérieur & extérieur sont visibles.

Les choses sont ainsi dans la réalité, puisque la pluie tombant dans l'endroit où on voit dans l'*arc-en-ciel*, il n'y a aucun point de cette partie de l'athmosphère où pendant la chûte de la pluie il n'y ait des globules d'eau. Tous ceux qui se trouvent dans ces deux zones circulaires, servent à former l'*arc-en-ciel* double; & les autres gouttes de pluie qui sont au-dessus, au-dessous ou à côté, deviennent inutiles, parce que les rayons solaires réfractés & réfléchis n'arrivent point à l'œil, mais passent au-dessus, au-dessous ou à côté, & ne nuisent aucunement à ceux qui ont agi efficacement sur l'œil.

Indépendamment de l'expérience de la boule de verre, on peut encore confirmer la théorie donnée de l'*arc-en-ciel* par une autre experience très-facile. Il suffit de tourner le dos au soleil, lorsqu'il est à une petite hauteur sur l'horison, de remplir sa bouche d'eau, & de la faire jaillir ensuite; ou dans la même position, d'avoir une seringue pleine d'eau, & de la faire jouer; ou enfin de se placer devant un jet d'eau que le vent agite & divise en petite pluie, on apercevra les sept couleurs pris-

matiques, peintes dans l'air au-delà de cette pluie artificielle; & selon la quantité de gouttes d'eau & la grandeur de l'espace qu'elles occuperont, on observera une portion plus ou moins grande de bande circulaire, ornée des couleurs de l'*arc-en-ciel*, qui dépend des mêmes causes & des mêmes circonstances; savoir, des réfractions, des réflexions, & de la diverse réfrangibilité des rayons hétérogènes dont la lumière est composée.

La largeur de l'*arc-en-ciel* intérieur & celle de l'*arc-en-ciel* extérieur, telles qu'elles paroissent dans le ciel, sont cependant plus grandes que ne la donnent les limites qui renferment tous les degrés de réfrangibilité des sept rayons hétérogènes; mais il faut avoir égard au diamètre du soleil qui est d'un demi-degré à-peu-près. Newton, par ses calculs, a déterminé la largeur de l'arc intérieur de 1 degré 45 minutes, celle de l'arc extérieur de 3 degrés 10 minutes, & leur distance réciproque de 8 degrés 55 minutes. Ces dimensions devroient être réellement conformes au résultat des calculs, si le soleil n'étoit qu'un simple point; mais son diamètre étant d'environ un demi-degré, chacune des bandes de l'*arc-en-ciel* en est élargie, & leur distance mutuelle diminuée: de telle sorte que, dans la réalité, la largeur de l'arc intérieur est de 2 degrés 15 minutes; celle de l'arc extérieur de 3 degrés 40 minutes; & leur distance réciproque est seulement de 8 degrés 25 minutes.

L'explication qu'on vient de lire sur les phénomènes de l'*arc-en-ciel*, est simple & claire; pour la rendre plus intelligible, nous avons cherché à lui donner tout le développement nécessaire. Néanmoins nous croyons qu'il sera agréable à plusieurs de nos lecteurs de leur en rapporter une autre plus composée, dont la première encyclopédie étoit redevable à M. d'Alembert; elle mérite d'être conservée.

[Pour concevoir l'origine de l'*arc-en-ciel*, examinons d'abord ce qui arrive lorsqu'un rayon de lumière qui vient d'un corps éloigné, tel que le soleil, tombe sur une goutte d'eau sphérique, comme sont celles de la pluie. Soit donc une goutte d'eau A D K N (*fig.* 66) & les lignes E F, B A, &c. des rayons lumineux qui partent du centre du soleil, & que nous pouvons concevoir comme parallèles entre eux à cause de l'éloignement immense de cet astre; le rayon B A étant le seul qui tombe perpendiculairement sur la surface de l'eau, & tous les autres étant obliques, il est aisé de concevoir que tous ceux-ci souffriront une réfraction & s'approcheront de la perpendiculaire; c'est-à-dire, que le rayon E F, par exemple, au lieu de continuer son chemin suivant F G, se rompra au point F, & s'approchera de la ligne H F I perpendiculaire à la goutte en F, pour prendre le chemin F K. Il en est de même de tous les autres rayons proches du rayon E F, lesquels se détourneront d'E vers K, où il y en aura vraisemblablement quelques-uns qui s'échapperont dans l'air, tandis que les autres se réfléchiront sur la ligne KN, pour faire des angles d'incidence & de réflexion égaux entr'eux. *Voyez* RÉFLEXION.

De plus, comme le rayon K N & ceux qui le suivent, tombent obliquement sur la surface de ce globule, ils ne peuvent repasser dans l'air sans se rompre de nouveau & s'éloigner de la perpendiculaire M N L; de sorte qu'ils ne peuvent aller directement vers Y, & sont obligés de se détourner vers P. Il faut encore observer ici que quelques-uns des rayons, après qu'ils sont arrivés en N, ne passent point dans l'air, mais se réfléchissent de nouveau vers Q, où souffrant une réfraction comme tous les autres, ils ne vont point en droite ligne vers Z, mais vers R, en s'éloignant de la perpendiculaire T V; mais comme on ne doit avoir égard ici qu'aux rayons qui peuvent affecter l'œil que nous supposons placé un peu au-dessous de la goutte, au point P, par exemple, nous laissons ceux qui se réfléchissent de N vers Q comme inutiles, à cause qu'ils ne parviennent jamais à l'œil du spectateur. Cependant il faut observer qu'il y a d'autres rayons, comme 2, 3, qui se rompant de 3 vers 4, de-là se refléchissant vers 5, & de 5 vers 6, puis se rompant suivant 6, 7, peuvent enfin arriver à l'œil qui est placé au-dessous de la goutte.

Ce que l'on a dit jusqu'ici est très-évident: mais pour déterminer précisément les degrés de réfraction de chaque rayon de lumière, il faut recourir à un calcul par lequel il paroît que les rayons qui tombent sur le quart de cercle A D, continuent leur chemin suivant les lignes que l'on voit tirées dans la goutte A D K N, où il y a trois choses extrêmement importantes à observer. En premier lieu, les deux réfractions des rayons à leur entrée & à leur sortie sont telles, que la plûpart des rayons qui étoient entrés parallèles sur la surface A F, sortent divergens, c'est-à-dire, s'écartent les uns des autres, & n'arrivent point jusqu'à l'œil; en second lieu, du faisceau de rayons parallèles qui tombent sur la partie A D de la goutte, il y en a une petite partie qui ayant été rompue par la goutte, viennent se réunir au fond de la goutte dans le même point, & qui étant réfléchis de ce point, sortent de la goutte parallèle entre eux comme ils y étoient entrés. Comme ces rayons sont proches les uns des autres, ils peuvent agir avec force sur l'œil en cas qu'ils puissent y entrer, & c'est pour cela qu'on les a nommés *rayons efficaces*; au lieu que les autres s'écartent trop pour produire un effet sensible, ou du moins pour produire des couleurs aussi vives que celles de l'*arc-en-ciel*. En troisième lieu, le rayon N P a une ombre ou obscurité sous lui; car puisqu'il ne sort aucun rayon de la surface N 4, c'est la même chose que si cette partie étoit couverte d'un corps opaque. On peut ajouter à ce que l'on vient de dire, que le même rayon N P a de

l'ombre au-dessus de l'œil, puisque les rayons qui sont dans cet endroit, n'ont pas plus d'effet que s'ils n'existoient point du tout.

De là il s'ensuit que pour trouver les rayons efficaces, il faut trouver les rayons qui ont le même point de réflexion, c'est-à-dire, qu'il faut trouver quels sont les rayons parallèles & contigus, qui, après la réfraction, se rencontrent dans le même point de la circonférence de la goutte, et se réfléchissent de-là vers l'œil.

Or, supposons que N P soit le rayon efficace, & que E F soit le rayon incident qui correspond à N P, c'est-à-dire, que F soit le point où il tombe un petit faisceau de rayons parallèles, qui après s'être rompus viennent se réunir en K pour se réfléchir de-là en N, et sortir suivant N P, & nous trouverons par le calcul que l'angle O N P, compris entre le rayon N P & la ligne O N, tirée du centre du soleil, est de 41 degrés 30 minutes. On enseignera ci-après la méthode de le déterminer.

Mais comme outre les rayons qui viennent du centre du soleil à la goutte d'eau, il en part une infinité d'autres des différens points de sa surface, il nous reste à examiner plusieurs autres rayons efficaces, sur-tout ceux qui partent de la partie supérieure et de la partie inférieure de son disque.

Le diamètre apparent du soleil étant d'environ 32, il s'ensuit que si le rayon E F passe par le centre du soleil, un rayon efficace qui partira de la partie supérieure du soleil, tombera plus haut que le rayon E F de 16, c'est-à-dire, fera avec ce rayon E F un angle d'environ 16 minutes. C'est ce que fait le rayon G H (*fig.* 67) qui souffrant la même réfraction que E F, se détourne vers I & de-là vers L, jusqu'à ce que sortant avec la même réfraction que N P, il parvienne en M pour former un angle de 41 dégrés 14 minutes avec la ligne O N.

De même le rayon Q R qui part de la partie inférieure du soleil, tombe sur le point R 16 minutes plus bas, c'est-à-dire, fait un angle de 16 minutes en-dessous avec le rayon E F; et souffrant une réfraction, il se détourne vers S, & de-là vers T, où passant dans l'air, il parvient jusqu'à V; de sorte que la ligne T V et le rayon O T forment un angle de 41 degrés 46 minutes.

A l'égard des rayons qui viennent à l'œil après deux réflexions et deux réfractions, on doit regarder comme efficaces ceux qui, après ces deux réflexions et ces deux réfractions, sortent de la goutte parallèle entre eux.

Supputant donc les réflexions des rayons qui viennent, comme 23 (*fig.* 66) du centre du soleil, & qui pénétrant dans la partie intérieure de la goutte, souffrent, ainsi que nous l'avons supposé, deux réflexions & deux réfractions, & entrent dans l'œil par des lignes pareilles à celle qui est marquée par 6, 7 (*fig. 68*), nous trouvons que les rayons que l'on peut regarder comme efficaces, par exemple, 67, forment avec la ligne 86 tirée du centre du soleil, un angle 867 d'environ 52 degrés: d'où il s'ensuit que le rayon efficace qui part de la partie la plus élevée du soleil, fait avec la même ligne 86 un angle moindre de 16 minutes; & celui qui vient de la partie inférieure, un angle plus grand de 16 minutes.

Imaginons donc que A B C D E F soit la route du rayon efficace depuis la partie la plus élevée du soleil jusqu'à l'œil F, l'angle 86 F sera d'environ 51 degrés & 44 minutes. De même, G H I K L M est la route d'un rayon efficace qui part de la partie inférieure du soleil & aboutit à l'œil, l'angle 86 M approche de 52 degrés & 16 minutes.

Comme il y a plusieurs rayons efficaces, outre ceux qui partent du centre du soleil, ce que nous avons dit de l'ombre souffre quelque exception; car des trois rayons qui sont tracés (*fig. 66* & *67*) il n'y a que les deux extrêmes qui aient de l'ombre à leur côté extérieur.

A l'égard de la quantité de lumière, c'est-à-dire, du faisceau de rayons qui se réunissent dans un certain point, par exemple, dans le point de réflexion des rayons efficaces, on peut le regarder comme un corps lumineux terminé par l'ombre. Au reste il faut remarquer que jusqu'ici nous avons supposé que tous les rayons de lumière se rompoient également; ce qui nous a fait trouver les angles de 41 degrés 30 minute & de 52 minutes. Mais les différens rayons qui parviennent ainsi jusqu'à l'œil, sont de diverses couleurs, c'est-à-dire propres à exciter en nous l'idée de différentes couleurs; & par conséquent ces rayons sont différemment rompus de l'eau dans l'air quoiqu'il tombent de la même manière sur une surface réfrangible: car on sait que les rayons jaunes, ceux-ci moins que les bleus, les bleus moins que les violets, & ainsi des autres. *Voyez* COULEUR.

Il suit de ce qu'on vient de dire, que les rayons différens ou hétérogènes se séparent les uns des autres & prennent différentes routes, & que ceux qui sont homogènes se réunissent & aboutissent au même endroit. Les angles de 41 degré 30 minutes & de 52 degrés, ne sont que pour les rayons d'une moyenne réfrangibilité, c'est-à-dire, qui en se rompant s'approchent de la perpendiculaire plus que les rayons rouges, mais moins que les rayons violets: & de-là vient que le point lumineux de la goutte où se fait la réfraction, paroît bordé de différentes couleurs, c'est-à-dire, que le rouge, le vert & le bleu, naissent des différens rayons rouges, verts & bleus du soleil, que les différentes gouttes transmettent à l'œil, comme il arrive lorsqu'on regarde des objets éclairés à travers un prisme. *Voyez* PRISME.

Telles sont les couleurs, qu'un seul globule de pluie doit représenter à l'œil : d'où il s'ensuit qu'un grand nombre de ces petites globules venant à se répandre dans l'air, y fera appercevoir différentes couleurs, pourvu qu'ils soient tellement disposés que les rayons efficaces puissent affecter l'œil ; car ces rayons ainsi disposés, formeront un *arc-en-ciel.*

Pour déterminer maintenant qu'elle doit être cette disposition, supposons une ligne droite tirée du centre du soleil à l'œil du spectateur, telle que VX, *figure* 67 que nous appelerons *ligne d'aspect* : comme elle part d'un point extrêmement éloigné, on peut la supposer parallèle aux autres lignes tirées du même point ; or, on sait qu'une ligne droite qui coupe deux parallèles, forme des angles alternes égaux.

Imaginons donc un nombre indéfini de lignes tirées de l'œil du spectateur à l'endroit opposé au soleil où sont des gouttes de pluie, lesquelles forment différens angles avec la ligne d'aspect, égaux aux angles de réfraction de différens rayons réfrangibles, par exemple, des angles de 41 degrés 46 minutes, & de 41 degrés 30 minutes, & de 41 degrés 40 minutes, ces lignes tombant sur des gouttes de pluie éclairées du soleil, formeront des angles de même grandeur avec les rayons tirés du centre du soleil aux mêmes gouttes ; de sorte que les lignes ainsi tirées de l'œil représenteront les rayons qui occasionnent la sensation de différentes couleurs.

Celle, par exemple, qui forme un angle de 41 degrés 46 minutes, représentera les rayons les moins réfrangibles ou rouges, des différentes gouttes ; & celle de 41 degrés 40 minutes, les rayons violets qui sont les moins réfrangibles. On trouvera les couleurs intermédiaires. *Voyez* ROUGE.

On sait que l'œil étant placé au sommet d'un cône, voit les objets sur sa surface comme s'ils étoient dans un cercle, au moins lorsque ces objets sont assez éloignés de lui : car quand différens objets sont à une distance assez considérable de l'œil, ils paroissent être à la même distance. Nous en avons donné la raison dans l'*article* APPARENT ; d'où il s'ensuit qu'un grand nombre d'objets ainsi d'isposés, paroîtront rangés dans un cercle sur la surface du cône. Or, l'œil de notre spectateur est ici au sommet commun de plusieurs cônes formés par les différentes espèces de rayons efficaces & la ligne d'aspect. Sur la surface de celui dont l'angle au sommet est le plus grand, & qui contient tous les autres, sont ces gouttes ou partie de gouttes qui paroissent rouges ; les gouttes de couleur de pourpre sont sur la superficie du cône qui forme le plus petit angle à son sommet ; & le bleu, le vert, *&c.* sont dans les cônes intermédiaires. Il s'ensuit donc que les différentes espèces de gouttes doivent paroître comme si elles étoient disposées dans autant de bandes ou arcs colorés, comme on le voit dans l'*arc-en-ciel.*

M. Newton explique cela d'une manière plus scientifique, & donne aux angles des valeurs un peu différentes. Supposons, dit-il, que O, (*fig.* 65) soit l'œil du spectateur, & O P une ligne parallèle aux rayons du soleil ; & soient P O E, P O F des angles de 46 degrés 17 minutes, de 42 degrés 2 minutes, que l'on suppose tourner autour de leur côté commun O P : ils décriront par les extrémités E, F, de leurs autres côtés O E & O F, les bords de l'*arc-en-ciel.*

Car si E, F sont des gouttes placées en quelque endroit que ce soit des surfaces coniques décrites par O E, O F, & qu'elles soient éclairées par les rayons du soleil S E, S F ; comme l'angle S E O est égal à l'angle P O E qui est de 40 degrés 17 minutes, ce sera le plus grand angle qui puisse être fait par la ligne S E & par les rayons les plus réfrangibles qui sont rompus vers l'œil après une seule réflexion ; & par conséquent toutes les gouttes qui se trouvent sur la ligne O E, enverront à l'œil dans la plus grande abondance possible les rayons les plus réfrangibles, & par ce moyen, feront sentir le violet le plus foncé vers la région où elles sont placées.

De même l'angle S F O étant égal à l'angle P O F qui est de 42 degrés 2 minutes, sera le plus grand angle selon lequel les rayons les moins réfrangibles puissent sortir des gouttes après une seule réflexion ; & par conséquent ces rayons seront envoyés à l'œil dans la plus grande quantité possible par les gouttes qui se trouvent sur la ligne O F, & qui produiront la sensation du rouge le plus foncé en cet endroit.

Par la même raison les rayons qui ont des degrés intermédiaires de réfrangibilité, viendront dans la plus grande abondance possible des gouttes placées entre E & F, & feront sentir les couleurs intermédiaires dans l'ordre qu'exigent leurs degrés de réfrangibilité, c'est-à-dire, en avançant de E en F, ou de la partie intérieure de l'arc à l'extérieure dans cet ordre, le violet, l'indigo, le bleu, le vert, le jaune, l'orangé & le rouge : mais le violet étant mêlé avec la lumière blanche des nuées, ce mélange le fera paroître foible, & tirant sur le pourpre.

Comme les lignes O E, O F peuvent être situées indifféremment dans tout autre endroit des surfaces coniques dont nous avons parlé ci-dessus, ce que l'on a dit des gouttes & des couleurs placées dans ces lignes, doit s'entendre des gouttes & des couleurs distribuées en tout autre endroit de ces surfaces ; par conséquent le violet sera répandu dans tout le cercle décrit par l'extrémité E du rayon O E autour de O P ; le rouge dans tout le cercle décrit par F, & les autres couleurs dans les cercles décrits par les points qui sont entre E & F. Voilà

quelle est la manière dont se forme l'*arc-en-ciel intérieur.*

Arc-en-ciel extérieur. Quant au second *arc-en-ciel* qui entoure ordinairement le premier, en assignant les gouttes qui doivent paroître colorées, nous excluons celles qui partant de l'œil, font des angles un peu au-dessous de 42 dégrés 2 minutes, mais non pas celles qui en font de plus grands.

Car si l'on tire de l'œil du spectateur une infinité de pareilles lignes, dont quelques-unes fassent des angles de 50 degrés 57 minutes avec la ligne d'aspect, par exemple, O G; d'autres des angles de 54 degrés 7 minutes, par exemple, O H, il faut de toute nécessité que les gouttes sur lesquelles tomberont ces lignes, fassent voir des couleurs, surtout celles qui forment l'angle de 50 degrés 57 minutes.

Par exemple, la goutte G paroîtra rouge, la ligne G O étant la même qu'un rayon efficace, qui après deux réflexions & deux réfractions, donne le rouge; de même les gouttes sur lesquelles tombent les lignes qui font avec O P des angles de 54 degrés 7 minutes, par exemple, la goutte H paroîtra couleur de pourpre; la ligne O H étant la même qu'un rayon efficace, qui après deux réflexions & deux réfractions, donne la couleur pourpre.

Or, s'il y a un nombre suffisant de ces gouttes, & que la lumière du soleil soit assez forte pour n'être point trop affoiblie par deux réflexions & réfractions consécutives, il est évident que ces gouttes doivent former un second *arc* semblable au premier. Dans les rayons les moins réfrangibles, le moindre angle sous lequel une goutte peut envoyer des rayons efficaces après deux réflexions, a été trouvé par le calcul, de 50 degrés 57 minutes, & dans les plus réfrangibles, de 54 degrés 7 minutes.

Supposons l'œil placé au point O, comme ci-devant, & que P O G, P O H soient des angles de 50 degrés 57 minutes, & de 54 degrés 7 minutes; si ces angles tournent autour de leur côté commun O P, avec leurs autres côtés O G, O H, ils décriront les bords de l'*arc-en-ciel* C H D G, qu'il faut imaginer, non pas dans le même plan que la ligne O P, ainsi que la figure le présente, mais dans un plan perpendiculaire à cette ligne.

Car si G O sont des gouttes placées en quelques endroits que ce soit des surfaces coniques décrites par O G, O H, & qu'elles soient éclairées par les rayons du soleil; comme l'angle S G O est égal à l'angle P O G de 50 degrés 57 minutes, ce sera le plus petit angle qui puisse être fait par les rayons les moins réfrangibles après deux réflexions; & par conséquent toutes les gouttes qui se trouvent sur la ligne O G, enverront à l'œil, dans la plus grande abondance possible, les rayons les moins réfrangibles, & feront sentir par ce moyen le rouge le plus foncé vers la région où elles sont placées.

De même l'angle S H O étant égal à l'angle P O H, qui est de 54 degrés 7 minutes, sera le plus petit angle sous lequel les rayons les plus réfrangibles puissent sortir des gouttes après deux réflexions; & par conséquent ces rayons seront envoyés à l'œil, dans la plus grande quantité qu'il soit possible, par les gouttes qui sont placées dans la ligne O H, & produiront la sensation du violet le plus foncé dans cet endroit.

Par la même raison les rayons qui ont des degrés intermédiaires de réfrangibilité, viendront dans la plus grande abondance possible des gouttes entre G & H, & feront sentir les couleurs intermédiaires dans l'ordre qu'exigent leurs degrés de réfrangibilité, c'est-à-dire, en avançant de G en H, ou de la partie intérieure de l'arc à l'extérieure, dans cet ordre, le rouge, l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo & le violet.

Et comme les lignes O G, O H peuvent être situées indifféremment en quelqu'endroit que ce soit des surfaces coniques, ce qui vient d'être dit des gouttes & des couleurs qui sont sur ces lignes, doit être appliqué aux gouttes & aux couleurs qui sont en tout autre endroit de ces surfaces.

C'est ainsi que seront formés deux arcs colorés; l'un intérieur, & composé de couleurs plus vives par une seule réflexion; & l'autre extérieur, & composé de couleurs plus foibles par deux réflexions.

Les couleurs de ces deux arcs seront dans un ordre opposé l'une à l'égard de l'autre; le premier ayant le rouge en-dedans & le pourpre au-dehors; & le second le pourpre en-dehors & le rouge en-dedans, & ainsi du reste.

Arc-en-ciel artificiel. Cette explication de l'*arc-en-ciel* est confirmée par une expérience facile: elle consiste à suspendre une boule de verre pleine d'eau en quelque endroit où elle soit exposée au soleil, & d'y jeter les yeux, en se plaçant de telle manière que les rayons qui viennent de la boule à l'œil, puissent faire avec les rayons du soleil un angle de 42 ou de 50 degrés; car si l'angle est d'environ 42 ou 43 degrés, le spectateur, (supposé en O) verra un rouge fort vif sur le côté de la boule opposé au soleil, comme en F, & si cet angle devient plus petit, comme il arrivera en faisant descendre la boule jusqu'en E; d'autres couleurs paroîtront successivement sur le même côté de la boule; savoir, le jaune, le vert & le bleu.

Mais si l'on fait l'angle d'environ 50 degrés, en haussant la boule jusqu'en G, il paroîtra du rouge sur le côté de la boule qui est vers le soleil,

leil, quoiqu'un peu foible ; & si l'on fait l'angle encore plus grand, en haussant la boule jusqu'en H, le rouge se changera successivement en d'autres couleurs, en jaune, vert & bleu. On observe la même chose lorsque, sans faire changer de place à la boule, on hausse ou on baisse l'œil pour donner à l'angle une grandeur convenable.

On produit encore, comme nous l'avons dit, un *arc-en-ciel artificiel*, en se tournant le dos au soleil, & en jetant en haut de l'eau dont on aura rempli sa bouche ; car on verra dans cette eau les couleurs de l'*arc-en-ciel*, pourvu que les gouttes soient poussées assez haut pour que les rayons tirés de ces gouttes à l'œil du spectateur, fassent des angles de plus de 41 degrés avec le rayon O P.

Dimension de l'arc-en-ciel. Descartes a le premier déterminé son diamètre par une méthode indirecte, avançant que sa grandeur dépend du degré de réfraction du fluide, & que le sinus d'incidence est à celui de réfraction dans l'eau, comme 250 à 187. *Voyez* RÉFRACTION.

M. Halley a depuis donné, dans les *Transactions philosophiques*, une méthode simple & directe de déterminer le diamètre de l'*arc-en-ciel*, en supposant donné le degré de réfraction du fluide, ou réciproquement de déterminer la réfraction du fluide par la connoissance que l'on a du diamètre de l'*arc-en-ciel.* Voici en quoi consiste sa méthode : 1°. Le rapport de la réfraction, c'est-à-dire, des sinus d'incidence & de réfraction, étant connus, il cherche les angles d'incidence & de réfraction d'un rayon, qu'on suppose devenir efficace après un nombre déterminé de réflexions ; c'est-à-dire, il cherche les angles d'incidence & de réfraction d'un faisceau de rayons infiniment proches, qui, tombant parallèles sur la goutte, sortent parallèles après avoir souffert au-dedans de la goutte un certain nombre de réflexions déterminé. Voici la règle qu'il donne pour cela. Soit une ligne donnée A C (*fig.* 69), on la divisera en D, ensorte que D C soit à A C en raison du sinus de réfraction au sinus d'incidence ; ensuite on la divisera de nouveau en E, ensorte que A C soit à A E comme le nombre donné de réflexions augmenté de l'unité est à cette même unité ; on décrira après cela sur le diamètre A E le demi-cercle A B E ; puis du centre C & du rayon C D, on tracera un arc D B, qui coupe le demi-cercle au point B : on menera les lignes A B, C B ; A B C, ou son complément à deux droits, sera l'angle d'incidence, & C A B l'angle de réfraction qu'on demande.

2°. Le rapport de la réfraction & l'angle d'incidence étant donné, on trouvera ainsi l'angle qu'un rayon de lumière qui sort d'une boule après un nombre donné de réflexions, fait avec la ligne d'aspect, & par conséquent la hauteur & la largeur de l'*arc-en-ciel.* L'angle d'incidence & le rapport de réfraction étant donnés, l'angle de réfraction l'est aussi. Or, si on multiplie ce dernier par le double du nombre des réflexions augmenté de 2, & qu'on retranche du produit le double de l'angle d'incidence, l'angle restant sera celui que l'on cherche.

Supposons avec M. Newton, que le rapport de la réfraction soit comme 108 à 81 pour les rayons rouges, comme 109 à 81 pour les bleus, &c. le problème précédent donnera les angles sous lesquels on voit les couleurs.

I. *Arc-en-ciel.*	rouge 42 d. 11 m. violet 40 d. 16 m.	Le spectateur ayant le dos tourné au soleil, parce que les rayons qui viennent à l'œil du spectateur après une ou deux réflexions, sont du même côté de la goutte que les rayons incidens.
II. *Arc-en-ciel.*	rouge 50 d. 58 m. violet 54 d. 9 m.	

Si l'on demande l'angle formé par un rayon après trois ou quatre réflexions, & par conséquent la hauteur à laquelle on devroit apercevoir le troisième & le quatrième *arc-en-ciel*, qui sont très-rarement & très-peu sensibles, à cause de la diminution que souffrent les rayons par tant de réflexions réitérées, on aura

III. *Arc-en-ciel.*	rouge 41 d. 37 m. violet 37 d. 9 m.	Le spectateur ayant le visage tourné vers le soleil, parce que les rayons qui viennent à l'œil du spectateur, après trois ou quatre réflexions, sortent de la goutte d'un côté opposé à celui par où ils y sont entrés, & conséquemment sont, par rapport au soleil, d'un autre côté de la goutte que les rayons incidens.
IV. *Arc-en-ciel.*	rouge 43 d. 53 m. violet 49 d. 34 m.	

Il est aisé sur ce principe de trouver la largeur de l'*arc-en-ciel* ; car le plus grand demi-diamètre du premier *arc-en-ciel*, c'est-à-dire de sa partie extérieure, étant de 42 degrés 11 minutes, & le moindre, savoir, de la partie intérieure, de 40 degrés 16 minutes, la largeur de la bande mesurée du rouge au violet sera de 1 degré 55 minutes ; & le plus grand diamètre du second *arc* étant de 54 degrés 9 minutes, & le moindre de 50 degrés 58 minutes, la largeur de la bande sera de 3 degrés 11 minutes, & la distance entre les deux *arcs-en-ciel* de 8 degrés 47 minutes.

On regarde dans ces mesures le soleil comme un point ; c'est pourquoi comme son diamètre est d'environ 30 minutes, & qu'on a pris jusqu'ici les rayons qui passent par le centre du soleil, on doit ajoûter ces 30 minutes à la largeur de chaque bande ou *arc* du rouge ou violet ; savoir, 15 minutes endessous au violet à l'*arc* intérieur, & 15 minutes endessus au rouge dans le même *arc* ; & pour l'*arc-*

en-ciel extérieur, 15 minutes en-dessus au violet, & 15 minutes en-dessous au rouge; & il faudra retrancher 30 minutes de la distance qui est entre les deux *arcs*.

La largeur de l'*arc-en-ciel* intérieur sera donc de 2 degrés 25 minutes, & celle du second de 3 degrés 41 minutes, & leur distance de 8 degrés 17 minutes. Ce sont-là les dimensions de l'*arc-en-ciel*, & elles sont conformes à très-peu-près à celles qu'on trouve en mesurant un *arc-en-ciel* avec des instrumens.

Phénomènes particuliers de l'arc-en-ciel. Il est aisé de déduire de cette théorie, tous les phénomènes particuliers de l'*arc-en-ciel*. 1°. par exemple, pourquoi l'*arc-en-ciel* est toujours de même largeur : c'est parce que les degrés de réfrangibilité des rayons rouges & violets qui forment ses couleurs extrêmes, sont toujours les mêmes.

2°. Pourquoi on voit quelquefois les jambes de l'*arc-en-ciel* contiguës à la surface de la terre, & pourquoi d'autres fois ces jambes ne viennent pas jusqu'à terre : c'est parce qu'on ne voit l'*arc-en-ciel* que dans les endroits où il pleut; or si la pluie est assez étendue pour occuper un espace plus grand que la portion visible du cercle que décrit le point E, on verra un *arc-en-ciel* qui ira jusqu'à terre, sinon on ne verra d'*arc-en-ciel* que dans la partie du cercle occupée par la pluie.

3°. Pourquoi l'*arc-en-ciel* change de situation à mesure que l'œil en change; & pourquoi, pour parler comme le vulgaire, il fuit ceux qui le suivent, & suit ceux qui le fuient : c'est que les gouttes colorées sont disposées sous un certain angle autour de la ligne d'aspect, qui varie à mesure qu'on change de place. De-là vient aussi que chaque spectateur voit un *arc-en-ciel* différent.

Au reste ce changement de l'*arc-en-ciel* pour chaque spectateur, n'est vrai que rigoureusement parlant; car les rayons du soleil étant censés parallèles, deux spectateurs voisins l'un de l'autre ont assez sensiblement le même *arc-en-ciel*.

4°. D'où vient que l'*arc-en-ciel* forme une portion de cercle tantôt plus grande, & tantôt plus petite : c'est que sa grandeur dépend du plus ou moins d'étendue de la partie de la superficie conique qui est au-dessus de la surface de la terre dans le temps qu'il paroît; & cette partie est plus grande ou plus petite, suivant que la ligne d'aspect est plus inclinée ou oblique à la surface de la terre? cette obliquité augmentant à proportion que le soleil est plus élevé, ce qui fait que l'*arc-en-ciel* diminue à proportion que le soleil s'élève.

5°. Pourquoi l'*arc-en-ciel* ne paroît jamais lorsque le soleil est élevé d'une certaine hauteur : c'est que la surface conique sur laquelle il doit paroître, est cachée sous terre lorsque le soleil est élevé de plus de 42 degrés; car alors la ligne O P, parallèle aux rayons du soleil, fait avec l'horison en-dessous un angle de plus de 42 degrés, & par conséquent la ligne O E, qui doit faire un angle de 42 degrés avec O P, est au-dessous de l'horison; de sorte que le rayon E O rencontre la surface de la terre, & ne sauroit arriver à l'œil. On voit aussi que si le soleil est plus élevé que 42 degrés, mais moins que 54, on verra l'*arc-en-ciel* extérieur, sans l'*arc-en-ciel* intérieur.

6°. Pourquoi l'*arc-en-ciel* ne paroît jamais plus grand qu'un demi-cercle : le soleil n'est jamais visible au-dessous de l'horison; & le centre de l'*arc-en-ciel* est toujours dans la ligne d'aspect; or, dans le cas où le soleil est à l'horison, cette ligne rase la terre : donc elle ne s'élève jamais au-dessus de la surface de la terre.

Mais si le spectateur est placé sur une éminence considérable, & que le soleil soit dans ou sous l'horison, alors la ligne d'aspect dans laquelle est le centre de l'*arc-en-ciel*, sera considérablement élevée au-dessus de l'horison, & l'arc-en-ciel sera pour lors plus d'un demi-cercle; & même si le lieu est extrêmement élevé, & que la pluie soit proche du spectateur, il peut arriver que l'arc-en-ciel forme un cercle entier.]

L'observation suivante confirme cette assertion. Le 23 septembre 1765, M. Pasumot étant au sommet du Mont-d'or, y fut surpris par des brouillards épais & très-condensés qui paroissoient ne pouvoir pas tenir long-temps, parce qu'ils étoient violemment entassés, accumulés & roulés par un vent de nord qui suivit leur apparition. Dans un instant où une portion de ces brouillards étoit comme en dépôt, & remplissoit tout le vaste & profond vallon de Chambon, un rayon de soleil perça les brouillards supérieurs, & fit voir à cet observateur dans le vallon un petit iris entier, d'environ dix-huit à vingt-un pieds de diamètre.

7°. Comment l'*arc-en-ciel* peut paroître interrompu & tronqué à sa partie supérieure : rien n'est plus simple à expliquer. Il ne faut pour cela qu'un nuage qui intercepte les rayons, & les empêche de venir de la partie supérieure de l'*arc* à l'œil du spectateur; car dans ce cas n'y ayant que la partie inférieure qui soit vue, l'*arc-en-ciel* paroîtra tronqué à sa partie supérieure. Il peut encore arriver qu'on ne voye que les deux jambes de l'*arc-en-ciel*, parce qu'il ne pleut point à l'endroit où devroit paroître la partie supérieure de l'*arc-en-ciel*.

8°. Par quelle raison l'*arc-en-ciel* peut paroître quelquefois renversé : si le soleil étant élevé de 41 degrés 46 minutes, ses rayons tombent sur la surface de quelque lac spacieux dans le milieu duquel le spectateur soit placé, & qu'en même temps

il pleuve, les rayons venant à se réfléchir dans les gouttes de pluie, produiront le même effet que si le soleil étoit sous l'horison, & que les rayons vinssent de bas en haut ; ainsi la surface du cône sur laquelle les gouttes colorées doivent être placées, sera tout-à-fait au-dessus de la surface de la terre. Or, dans ce cas si sa partie supérieure est couverte par des nuages, & qu'il n'y ait que sa partie inférieure sur laquelle les gouttes de pluie tombent, l'*arc* sera renversé.

9°. Pourquoi l'*arc-en-ciel* ne paroît pas toujours exactement rond, & qu'il est quelquefois incliné: c'est que la rondeur exacte de l'*arc-en-ciel* dépend de son éloignement, qui nous empêche d'en juger : or, si la pluie qui le forme est près de nous, on appercevra ses irrégularités ; & si le vent chasse la pluie, ensorte que la partie supérieure soit plus sensiblement éloignée de l'œil que l'inférieure, l'*arc* paroîtra incliné, en ce cas l'*arc-en-ciel* pourra paroître oval, comme le paraît un cercle incliné vû d'assez loin.

10°. Pourquoi les jambes de l'*arc-en-ciel* paroissent quelquefois inégalement éloignées : si la pluie se termine du côté du spectateur dans un plan tellement incliné à la ligne d'aspect, que le plan de la pluie forme avec cette ligne un angle aigu du côté du spectateur, & un angle obtus de l'autre côté, la surface du cône sur laquelle sont placées les gouttes qui doivent faire paroître l'*arc-en-ciel*, sera tellement disposée, que la partie de cet *arc* qui sera du côté gauche, paroîtra plus proche de l'œil que celle du côté droit.

11°. C'est un phénomène fort rare de voir en même temps trois arcs-en-ciel ; les rayons colorés du troisième sont toujours fort foibles, à cause de leurs triples réflexions : aussi ne peut-on jamais voir un troisième arc-en-ciel, à moins que l'air ne soit entièrement noir par-devant & fort clair par-derrière.

M. Halley a vu en 1698 à Chester trois arcs-en-ciel en même temps, dont deux étoient les mêmes que l'arc-en-ciel intérieur & l'extérieur qui paroissoit ordinairement. Le troisième étoit presqu'aussi vif que le second, & ses couleurs étoient arrangées comme celles du premier arc-en-ciel ; ses deux jambes reposoient à terre au même endroit où reposoient celles du premier arc-en-ciel, & il coupoit en-haut le second arc-en ciel, divisant à-peu-près cet arc en trois partie égales. D'abord on ne voyoit pas la partie de cet arc qui étoit à gauche ; mais elle parut ensuite fort éclatante : les points où cet arc coupoit l'arc extérieur parurent ensuite se rapprocher, & bientôt la partie supérieure du troisième arc-en-ciel se confondit avec l'arc-en-ciel extérieur. Alors, l'arc-en-ciel extérieur perdit sa couleur en cet endroit, comme cela arrive lorsque les couleurs se confondent & tombent les unes sur les autres ; mais aux endroits où les deux couleurs rouges tombèrent l'une sur l'autre en se coupant, la couleur rouge parut avec plus d'éclat que celle du premier *arc-en-ciel.* M. Senguerd a vu, en 1685, un phénomène semblable, dont il fait mention dans sa *physique.* M. Halley, faisant attention à la manière dont le soleil luisoit, & à la position du terrain qui recevoit ses rayons, croit que ce troisième *arc-en-ciel* étoit causé par la réflexion des rayons du soleil qui tomboient sur la rivière Dée, qui passe à Chester.

M. Celsius a observé, en Dalécarlie, province de Suède, très-coupée de lacs & de rivières, un phénomène à-peu-près semblable, le 8 août 1743, vers les 6 à 7 heures du soir, le soleil étant à 11 degrés 30 minutes de hauteur ; & le premier qui en ait observé de pareils, a été M. Etienne, chanoine de Chartres, le 10 août 1665. *Voyez le journ. des Sav. & les Transact. phil. de 1666, & l'Hist. acad. des Sc. an. 1743.*

Vitellion dit avoir vu à Padoue quatre *arcs-en-ciel* en même-temps ; ce qui peut fort bien arriver, quoique Vicomercatus soutienne le contraire.

M. Langwith a vu en Angleterre un *arc-en-ciel* solaire avec ses couleurs ordinaires; & sous ce premier *arc-en-ciel* on en voyoit un autre dans lequel il y avoit tant de vert, qu'on ne pouvoit distinguer ni le jaune ni le bleu. Dans un autre temps, il parut encore un *arc-en-ciel* avec ses couleurs ordinaires, au-dessus duquel on remarquoit un *arc* bleu, d'un jaune clair en haut, & d'un vert foncé en bas. On voyoit de temps en temps au-dessous deux *arcs* de pourpre rouge, & deux de pourpre vert. Le plus bas de tous ces *arcs* étoit de couleur de pourpre, mais fort foible, & il paroissoit & disparoissoit à diverses reprises. M. Musschembroeck explique ces différentes apparences par les observations de Newton sur la lumière. *Voyez l'Essai de phys. de cet auteur, art. 1611.*]

Les mémoires de l'académie de Berlin font mention d'un arc-en-ciel triple qu'on aperçut aux bains de Freyenwalde, vers les sept heures du soir, du côté de l'orient, le 12 juillet 1770. L'arc-en-ciel intérieur étoit accompagné d'un arc extérieur, tous deux tronqués vers le haut par des nuages, ensorte que l'on ne voyoit que la partie boréale, qui descendoit jusqu'à l'horison; les couleurs en étoient bien vives ; cependant, l'arc extérieur paroissoit d'un tiers plus étroit que l'intérieur, & l'on n'y distinguoit exactement que du rouge & du vert.

Entre ces deux iris, mais une fois plus près de l'exterieur, s'élevoit un troisième arc-en-ciel, qui sembloit appuyé sur un nuage à trois ou quatre degrés au-dessus de l'horison. Cet iris n'étoit pas concentrique aux deux autres, il faisoit partie d'un

grand cercle, & alloit couper cet arc. L'ordre des couleurs, dans ce troisième iris, étoit celui des iris ordinaires ; le rouge en formoit le cercle extérieur, & alloit au point d'intersection se confondre avec le cercle rouge du second arc-en-ciel. Ces deux iris étoient sensiblement d'une égale largeur ; les couleurs visibles n'alloient pas au-delà du vert. Ils ne cessèrent de paroître que lorsque le premier arc disparut.

Les *Transactions philosophiques* pour l'année 1666, font mention de deux arcs-en-ciel dont l'extérieur, au lieu d'être concentrique à l'intérieur, le coupoit latéralement. Il est probable que l'un étoit produit par le soleil, l'autre par un parhélie, ou par la réflexion de l'image du soleil sur un nuage éclatant, dont la position de l'observateur l'empêchoit de s'apercevoir. On peut voir dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1721, quelques autres observations d'arcs-en-ciel extraordinaires.

Mais, quelles seroient les dimensions des iris qui se formeroient par des rayons qui auroient souffert 3, 4, 5 réflexions, &c. avant que de sortir de la goutte d'eau ? M. Halley l'examine dans les *Transactions philosophiques* de l'année 1700, où il donne aussi une méthode directe pour déterminer le diamètre de l'iris, le rapport de la réflexion étant connu. Cet habile physicien trouve que le premier iris est produit par des rayons incidens dont l'angle d'inclinaison est tel, que l'excès du double de l'angle rompu, correspondant sur cet angle d'inclinaison, est le plus grand qu'il est possible : le second iris est formé par des rayons tels, que l'excès du triple de l'angle rompu sur celui d'inclinaison, est pareillement le plus grand ; le troisième, par des rayons tellement inclinés à leur entrée, que le quadruple de l'angle rompu surpasse, le plus près qu'il est possible, l'angle d'inclinaison, &c. en prenant un multiple de l'angle rompu qui surpasse de l'unité le nombre de réflexions. Dès-lors, voilà le problême soumis à l'art de l'analiste ; il ne s'agit plus que de déterminer quel est l'angle d'inclinaison, tel qu'un certain multiple donné de son angle rompu correspondant, le surpasse d'un excès qui soit le plus grand qu'il se puisse. M. Halley trouve pour ces angles d'incidence & leurs angles rompus correspondans, une formule fort générale : en nommant i & r, les sinus des angles d'incidence & rompu, & I le sinus total, le sinus d'incidence, pour le premier iris, sera $\sqrt{\left(\frac{4}{3} - \frac{ii}{3rr}\right)}$, pour le second $\sqrt{\left(\frac{9}{8} - \frac{ii}{8rr}\right)}$, pour le troisième $\sqrt{\left(\frac{16}{15} - \frac{ii}{15rr}\right)}$ pour le quatrième ce sera $\sqrt{\left(\frac{25}{24} - \frac{ii}{25rr}\right)}$, &c. La progression est facile à apercevoir ; car les nombres 4, 9, 16, 25, sont les quarrés de 2, 3, 4, 5, qui désignent le nombre des réflexions augmenté de I, & les dénominateurs 3, 8, 15, &c. sont les mêmes quarrés diminués de l'unité ; mais l'angle d'incidence des rayons étant donné, il sera facile de trouver l'angle rompu, puisque la raison de réfraction est donnée ; & enfin de ces deux angles, il est facile de dériver celui sous lequel le rayon, sortant de la goutte, rencontre le rayon incident. (Il n'y a qu'à multiplier l'angle rompu par le nombre des réflexions augmenté de l'unité, & en ôter l'angle d'incidence.) Or, ce rayon incident à cause de l'immense éloignement du soleil, est sensiblement parallèle à la ligne tirée de cet astre, par l'œil du spectateur, au centre de l'iris ; d'où il suit que cet angle mesurera le rayon de l'iris, à compter du point diamétralement opposé au soleil, si le nombre des réflexions est impair (comme dans le premier, le troisième, le cinquième iris) ; ou du soleil même, si ce nombre est pair, comme dans le second, le quatrième, le sixième &c. C'est là la règle que donne M. Halley, & il trouve par-là que le premier iris a un rayon de 42° 30 minutes ; le second, de 51° 55 minutes ; l'un & l'autre à compter de l'opposite au soleil, comme l'observation l'a déjà montré ; que le troisième, si il paroissoit, seroit éloigné de cet astre de 40° 20 minutes ; le quatrième, de 45° 33 minutes, &c. Ce peu d'éloignement du soleil & des arcs-en-ciel de la troisième & de la quatrième classe, est probablement ce qui a empêché jusqu'ici d'en voir. *Hist. des mathém.* de Montucla, tom. II, p. 650.

Les principaux auteurs qui ont traité savamment de la théorie de l'arc-en-ciel, sont Descartes, dans son ouvrage sur *les météores* ; Newton, dans son *optique* ; Barrow, dans ses *Lectiones opticæ* ; Bernouilli, dans le quatrième volume de ses *œuvres*, édition de Genève, 1743 ; Muschembroek, dans son *Cours de physique*, &c.

On peut appliquer ici une réflexion philosophique de d'Alembert. On ne sait pas pourquoi une pierre tombe, & on sait la cause des couleurs de l'arc-en-ciel, quoique ce dernier phénomène soit beaucoup plus surprenant que le premier pour la méthode. Il semble que l'étude de la nature soit propre à nous enorgueillir d'une part, & à nous humilier de l'autre.

Comme les personnes qui ne sont pas familiarisées avec les principes de l'optique, ne conçoivent pas aisément les phénomènes de l'*arc-en-ciel*, Muschembroek a fait exécuter une machine de son invention, par le moyen de laquelle on les représente tous facilement A A A A, *figures* 70 & 71, est une table à quatre pieds, ouverte à son milieu, afin qu'on puisse faire monter & descendre à travers cette table un corps conique. B C est la moitié d'un cône, dont le sommet est en D. Ce sommet est appuyé sur un axe transversal sur lequel tourne le cône B C, & sur lequel il s'élève au-dessus de la table, ou sur lequel il s'abaisse au-dessous :

à l'extrémité du même sommet est adapté un œil de la grandeur ordinaire de l'œil d'un homme, & qui sert à représenter l'œil du spectateur; outre cela, une verge de fer, longue de trois pieds, est adaptée au cône & à l'axe; l'extrémité de cette verge se termine par un manche M; un globe doré S est enfilé sur cette verge, & ce globe représente le soleil; la base du cône B est entourée d'une bande large sémi-circulaire, sur laquelle on peint les sept couleurs de l'iris; le côté du cône forme avec l'axe un angle de 40 degrés 17 minutes; la largeur de la bande peinte sur la base du cône, est de près de deux degrés, conformément à la largeur ordinaire d'un iris principal. E, E, sont deux plans triangulaires mobiles, dont le centre du mouvement est placé au-dessus du sommet du cône; ces deux plans sont constamment appliqués à chaque côté du cône; ils servent à cacher l'échancrure faite à la table, & ils représentent en même temps l'horison. On verra dans la *figure* 70, comment ils sont constamment appliqués aux deux côtés du cône. Cela posé, lorsque la tige de fer, ainsi que le soleil S, est parallèle à l'horison, la moitié du cône est au-dessus de la table, & l'œil du spectateur, qui est en D, voit la bande colorée sémi-circulaire placée à la base du cône: mais lorsque la main saisit le manche de la tige de fer, & élève le soleil S, le cône s'abaisse ainsi que le limbe qui est adhérent à la base du cône, qui alors devient moindre qu'un demi-cercle. Si on élève encore le soleil S, on abaisse toujours, dans la même proportion le cône, & conséquemment l'*arc*, représente l'iris qui diminue aussi; ce qui a lieu jusqu'à ce que le soleil S soit élevé à 42 degrés 1 minute; car alors tout l'*arc-en-ciel* se trouve au-dessus de l'horison, & les plans EE couvrent entièrement le cône. Ce limbe, coloré appliqué à la base du cône, représente la pluie qui tombe au-devant & au loin du spectateur, dans le temps qu'on observe dans le ciel un ample *arc-en-ciel*; mais comme il arrive quelquefois que l'*arc-en-ciel* paroît plus petit, lorsque la pluie qui tombe n'est pas éloignée du spectateur, il y a sur cette machine un autre *arc* plan L, sur lequel on a peint les sept couleurs de l'iris, qui est placé à une plus proche distance du sommet du cône, & dont la largeur est proportionnée, de façon que cet *arc* forme un demi-cercle sur l'horison, lorsque le soleil est à l'horison, & qu'il est tout-à-fait caché par les plans E, E, lorsque le soleil est élevé à 42 degrés 2 minutes au-dessus de l'horison: on représente donc aisément, à l'aide de cette machine, comme il arrive que l'*arc-en-ciel* paroisse quelquefois très-ample, & quelquefois très-petit.

Il y a outre cela sur cette machine un autre limbe N, placé au-dessus du premier limbe L; ce limbe N représente le second iris, & les couleurs de ce dernier y sont peintes dans un ordre renversé. On a donné à ce dernier limbe une largeur suffisante pour que cet iris paroisse à l'œil du spectateur, placé en D, de 3 degrés 8 minutes de largeur. Ce limbe représente un demi-cercle au-dessus de la table lorsque le soleil S est placé dans le plan de cette table, ou se trouve à l'horison. Mais lorsque le soleil S est élevé à 54 degrés 7 minutes au-dessus de l'horison, ce limbe descend au-dessous de l'horison, & se dérobe à l'œil du spectateur. Les bords intérieurs des plans E, E, ceux qui sont contigus & qui touchent les côtés du cône, sont aussi peints des mêmes couleurs que l'iris; ils ont les mêmes dimensions que l'iris lui-même dans l'endroit où ils touchent le limbe de la base B; mais leur largeur va toujours en diminuant, & ils se terminent en un point auprès du sommet du cône. Ces bords colorés représentent les jambes de l'iris, celles qu'on remarque à la campagne, dans un iris naturel, lorsqu'une nuée qui lance la pluie passe sur la tête du spectateur, & fait tomber des gouttes de pluie qui s'attachent à l'herbe. La *fig.* 71 représente la même machine, mais vue par derrière: on y voit même le limbe coloré qui est adhérent à la base du cône. Les plans triangulaires E, E sont tirés par les cordes H H, qui passent sur la circonférence de deux poulies horisontales K, K, pour venir embrasser les gorges de deux autres poulies verticales R, R: on attache aux extrémités de ces cordes deux poids P, P par le moyen desquels les deux plans sont constamment tirés & appliqués contre les côtés du cône; & par ce moyen l'échancrure faite à la table est continuellement cachée, & les plans E, E représentent l'horison. On peut consulter sur cela, & sur ce qui y a rapport, *les Trans. Philos. d'Angleterre*, n. 240, 267, 375. Les notes de Clarck, sur la physique de Rohault, *part. III. ch. 17.* Les ouvrages de Jacques Bernouilli, *vol. I. pag. 401.* L'optique de Newton, & ses leçons d'optique. *Smith compleat system. of Optiks*, Book. 2, *c.* 10. Martin dans sa philosoph. Britann. *volume II.*

4e. De quelques variétés d'iris ou d'arc-en-ciel & de ses différentes espèces.

ARC-EN-CIEL BLANC. Plusieurs observateurs ont vu en différentes circonstances des *arcs-en-ciel blancs*; & on ne sauroit douter de leur existence. Le docteur Menzelius observa dans les environs de Berlin, le 22 septembre 1676, sur les six heures du matin, un arc-en-ciel blanc qui dura une heure. Il vit au même endroit, le premier octobre 1680, un arc-en-ciel semblable qui commença à 7 heures & demie du matin & finit à 9 heures & demie. Le 6 octobre 1684, cet observateur apperçut un autre *arc-en-ciel blanc*, depuis sept heures du matin jusqu'à huit heures. Ce savant pense que cette espèce d'arc-en-ciel est formée des rayons réfléchis par des vapeurs & des nuages épais, d'autant que leurs extrémités inférieures paroissent ordinairement plus grosse & plus larges, en s'approchant de la

terre où l'air eſt chargé d'une plus grande abondance de vapeurs, dont les molécules ſont d'une grande ténuité, & que leur ſommet, qui ſe trouve dans un air condenſé, échappe preſque à la vue. On prétend que ces *arcs-en-ciel blancs* ſont obſervés plus ſouvent dans les régions ſeptentrionales où l'air eſt plus épais. Menzelius vit auſſi le 3 février 1681, trois iris ſe ſuccéder dans l'eſpace de deux heures. Le premier parut à quatre heures du ſoir, le ſoleil étant près de ſon coucher, & l'horiſon étant ſerein : c'eſt dans la partie oppoſée du ciel, chargée de nuages interrompus, qu'on obſerva un arc-en-ciel blanchâtre. Sa couleur devint dorée, de même que celle des nuages, à meſure que le ſoleil s'approcha de l'horiſon. Enfin, lorſque le ſoleil fut couché, la lune, qui étoit à ſon plein, s'étant levée, on obſerva du côté du couchant un *arc-en-ciel blanc* qui dura quatre heures. Il y avoit eu en même temps autour de la lune un halo très-ſible.

Mariotte parlant des arcs-en-ciel ſans couleurs dans ſon eſſai de phyſique, dit qu'ils ſe forment ſur les brouillards, comme les autres dans la pluie, & il aſſure en avoir vu pluſieurs fois, ſoit le matin après le lever du ſoleil, ſoit la nuit à la clarté de la lune. « J'en ai vu, dit Mariotte, à trois diverſes fois; la dernière fois j'en vis deux de ſuite en moins d'une demi-heure. C'étoit au mois de ſeptembre; il avoit fait un grand brouillard au lever du ſoleil. Une heure après, le brouillard ſe ſépara par intervalles; un vent qui venoit du levant ayant pouſſé un de ces brouillards ſéparés à deux ou trois cents pas au-delà du lieu où j'étois, & le ſoleil luiſant clairement deſſus, je vis un arc-en-ciel ſemblable en grandeur, en ſituation, & en figure, à un arc-en-ciel ordinaire. Il étoit tout blanc hors un peu d'obſcurité qui le terminoient à l'extérieur ; la blancheur du milieu étoit très-éclatante, & ſurpaſſoit de beaucoup celle qui paroiſſoit ſur le reſte du brouillard ; il n'avoit qu'environ un degré & demi de largeur. Un autre brouillard ayant été pouſſé de même, je vis un autre arc-en-ciel ſemblable au premier; ces brouillards étoient ſi épais, que je ne voyois rien au-delà. » Cet illuſtre phyſicien penſe en conſéquence que ces arcs-en-ciel ſans couleurs ſe font dans les brouillards, comme les autres ſe font dans la pluie, & que le défaut de couleurs vient de la petiteſſe des vapeurs imperceptibles qui compoſent les brouillards.

Iris perpendiculaires ou Verges. Nous plaçons ici ce qui regarde les *iris perpendiculaires*, parce que l'ordre méthodique, bien ſupérieur à l'ordre alphabétique, l'exige. Les *iris perpendiculaires*, qu'on ne peut nommer des arcs-en-ciel perpendiculaires, parce que, plus ſouvent droites que courbés, ils ne ſont alors que des portions d'arcs-en-ciel blancs ; & quand ils ont des couleurs, ils ne ſont que des parties d'arcs-en-ciel ſolaires dont la courbe ſupérieure manque. Cette explication nous paroît bien plus ſimple que celle d'un auteur qui ſoutient qu'ils ne ſont autre choſe que des faiſceaux ou colonnes de vapeurs très-atténuées, qui s'élèvent en petit volume & dans une direction perpendiculaire, ſur leſquelles les rayons lumineux viennent ſe briſer & ſe réfléchir, mais dont les couleurs ne ſont point diſtinguées comme celles de l'arc-en-ciel.

L'auteur de l'*Hiſtoire naturelle de l'air & des météores*, (tom. VII, p. 322) aſſure avoir vu deux météores de ce genre. Le premier parut le 27 août 1768, le ciel étant fort embrumé du nord au ſud, & le vent, de l'oueſt au nord. « Je vis, dit-il, environ trois-quarts d'heure avant le coucher du ſoleil, une verge ou iris perpendiculaire, diviſée par les nuages qui en laiſſoient voir tantôt une partie, tantôt une autre, dont les couleurs étoient rangées dans l'ordre ſuivant : le rouge en-dedans, le jaune & le vert en-dehors, ces deux couleurs peu démêlées. Cette apparence ſe ſoutint plus d'une heure, on ne l'apercevoit que par intervalles ; il y avoit des nuages au-deſſous qui la cachoient de temps en temps. J'ai obſervé le ſecond le 18 décembre 1769 ; le vent étoit ſud-oueſt, l'air nébuleux & épais ; & pendant que le ſoleil ſe plongeoit dans un brouillad pâle & preſque tranſparent, il ſort du point de l'horiſon où le ſoleil devoit ſe coucher, une grande verge ou pyramide renverſée d'un rouge aſſez vif, & qui paroiſſoit au travers du brouillard répandu à l'horiſon. Après le coucher du ſoleil, elle ſe teignit d'un rouge pourpre, & on continua de la diſtinguer pendant plus de trois-quarts d'heure ; elle étoit d'un rouge plus obſcur dans les endroits où les bandes des nuages la coupoient horiſontalement : on put en remarquer la forme tant que le crépuſcule eut quelque éclat. La lune étoit alors à ſon vingtième jour, & ne ſe leva que long-temps après que ce météore eut diſparu dans les ténèbres de la nuit. »

Le 3 octobre 1789, ſur les cinq heures & un quart du ſoir, j'aperçus, à Béziers, du côté du vrai orient, un iris perpendiculaire ; la largeur de cette bande étoit deux fois plus grande que celle des arcs-en-ciel ordinaires, & la hauteur de douze ou quinze fois la largeur. On diſtinguoit très-bien pluſieurs des couleurs priſmatiques : le rouge paroiſſoit à la droite du côté du ſud ; l'orangé, le jaune, le vert & le bleu étoient placés à la ſuite, en allant vers le nord ; le rouge, le jaune & le vert étoient beaucoup plus vifs que l'orangé & le bleu. Cette bande colorée étoit un iris parfaitement perpendiculaire ; on ne voyoit aucune apparence de courbure. Dans le reſte du ciel, il n'y avoit pas de veſtige d'aucune autre portion de bande colorée.

Quoique le ciel fût aſſez clair dans la partie ſupérieure, cependant il y avoit des nuages plus ou

moins épars, presque tout le tour de l'horison ; le soleil étoit caché par plusieurs nuages qui étoient dans la partie de l'ouest ; mais leur portion supérieure étoit dorée par les rayons du soleil, ou plutôt fortement éclairée par eux. Il est probable que ce phénomène dépend de la décomposition des rayons du soleil, qui, passant sur la partie supérieure d'un nuage vertical & réfringent, alloient ensuite se peindre sur un autre nuage vers l'orient. C'étoit l'expérience même du prisme faite par la nature en grand, comme nous la faisons en petit dans nos cabinets. On marquoit encore au-dessus & au-dessous de cet iris perpendiculaire, des nuages plus épais, qui contribuoient à faire paroître les couleurs plus vives & plus brillantes ; je puis dire n'en avoir jamais vu de plus éclatantes. Ce phénomène dura environ un demi-quart d'heure.

A la suite de ces observations, nous en ferons connoître une assez singulière qu'on doit à un physicien distingué.

M. l'abbé Dicquemare observa au Havre, le 18 juin 1777, à 7 heures 30 minutes du soir, un iris singulier du côté de l'ouest. Il vit sur un nuage léger un petit iris en zig-zag, ou plutôt en petite équerre, deux petites branches formant un angle droit : on n'y apercevoit bien distinctement que le vert & le rouge ; cette dernière couleur étoit du côté du soleil. Une gloire composée des mêmes couleurs & dans le même ordre, couronnoit le nuage qui paroissoit au travers de l'iris. Le tout ensemble formoit un groupe tendre & fort agréable.

Arc-en-ciel lunaire. Les arcs-en-ciel produits par la lune sont assez rares ; car les observateurs modernes qui se consacrent aux observations météorologiques, n'en aperçoivent qu'un petit nombre.

Aristote, qui prétend qu'avant lui on n'avoit point remarqué l'iris lunaire, nous apprend que de son temps on en vit paroître deux dont la couleur étoit blanche. Pline & Sénèque n'en parlent que sur le témoignage des philosophes Grecs.

Cornelius Gemma, médecin de Louvain, rapporte que le 12 mars 1569, il vit à minuit un iris lunaire qui avoit toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Bernier assure, dans ses mémoires sur l'empire du Mogol, qu'il a vu deux fois l'iris lunaire à Delli, & qu'il l'a de même observé deux nuits de suite, en allant par eau de Pipli à Ogouli, & toujours dans la partie du ciel opposée à la lune, cet astre se trouvant dans ces circonstances vers l'occident & à son plein. Ces iris, au rapport de l'observateur, etoient plus colorés que les couronnes, & on y remarquoit même quelque foible distinction des couleurs.

Au mois d'octobre 1671, on observa un phénomène de ce genre dans le Brandebourg, quatre ou cinq jours après la pleine lune, le matin, avant le lever du soleil. Cet iris étoit du côté de l'orient, dans des nuages & des brouillards, & les seules couleurs rouge & jaune manquoient ; la lune étoit du côté de l'occident, & élevée sur l'horison d'environ 80 degrés ; le ciel étoit clair & serein dans cette partie. Gemma Frisi en a vu un coloré, ainsi que Daniel Sennert, en 1599 ; Snellius en a vu deux, en deux ans de temps ; Plot en a remarqué un en 1675.

Le 2 février 1684, on vit en Saxe, le second jour après la pleine lune, un halo ou couronne ; au centre de laquelle se croisoient deux bandes blanches ; celle qui étoit parallèle à l'horison, s'étendant au-delà de la circonférence de la couronne, coupoit l'autre en deux points, à chacun desquels étoit un parasélène, & ce météore étoit surmonté par une espèce d'iris incomplet. Ce phénomène fut vu à Dresde, à Leipsick, à Berlin & dans la Silésie.

En 1693, le 18 juillet, à neuf heures & un quart du soir, la lune étant assez claire du côté du midi, & le ciel couvert au nord d'un nuage épais, on aperçut un arc-en-ciel lunaire aux environs de Bourges ; il étoit d'une couleur blanchâtre.

Je me souviens d'avoir vu, dit Mariotte, (*Traité des couleurs*) tom. Ier. de ses œuvres posth. p. 268) il y a fort long-temps, en une même nuit, trois arcs-en-ciel à la lune, sans couleur ; c'étoit au mois d'octobre, deux ou trois heures avant le jour ; & ils se firent l'un après l'autre dans des brouillards séparés. Il est fâcheux que cet exact observateur n'ait donné aucune description de ce phénomène.

M. Thoresby a observé un arc-en-ciel lunaire, remarquable par la beauté & l'éclat de ses couleurs. (*Trans. philos.*)

Le 17 décembre 1709, le P. Feuillée observa à Lima, sur les huit heures & demie du soir, un arc-en-ciel lunaire, très-bien formé, « la lumière duquel étoit réfléchie par un foible nuage étendu sur les *pleyades*, & sur l'étoile de la première grandeur de l'épaule orientale *d'orion.* Cette lumière nous représentoit des couleurs pâles qu'on distinguoit aisément les unes des autres sur le même nuage, pendant que cet arc-en-ciel parut. Ce que je remarquai de singulier dans ce phénomène, fut qu'il ne paroissoit dans le ciel que le seul nuage qui le formoit, & qu'on voyoit confusément les étoiles à travers de ce nuage, marque de sa rareté. Cet arc-en-ciel se conserva tout entier durant 4 à 5 minutes, quoique poussé par un petit vent qui sépara en petite partie le nuage qui le représentoit, & peu de temps après il disparut. » *Journal des observations physiques mathématiques & botaniques du P. Feuillée. Tom. I. pag. 483.*

M. Weidler vit en 1719 un iris lunaire, la lune étant à demi-pleine : à peine pût-il reconnoitre les couleurs ; les supérieures étoient néanmoins

plus distinctes que les inférieures. : l'arc disparut aussitôt que la pluie cessa.

Muschembroek en a aussi observé un le premier octobre 1729, vers les dix heures du soir ; il n'apperçut aucune couleur, & il pleuvoit très-fort à l'endroit où on voyoit le météore.

Le 21 mai 1731, au rapport de M. de Ratte, dans le second volume de l'académie de Montpellier. p. 129. Le temps paroissant un peu disposé à la pluie, M. de Pantade vit un arc-en-ciel lunaire, qui dura environ une demi-heure. La lune étoit dans son plein: l'arc-en-ciel étoit bien tranché, & avoit les mêmes couleurs que ceux qui sont causés par la lumière du soleil, mais beaucoup moins fortes. L'observateur vit en même temps un second arc-en-ciel, plus confus que le premier, & dans un ordre opposé.

Le 27 août 1736, on vit à Yssellstein un arc-en-ciel lunaire, qui étoit très-grand, & fort éclatant, & qui n'étoit par-tout que de couleur jaune.

M. Ulloa observa au Pérou le 4 avril 1738, un iris lunaire, composé de trois arcs unis entre eux vers leur partie supérieure ; la largeur de l'arc du milieu étoit de 5 degrés, son diamètre de 60, & celui des autres étoit différent. Ils étoient tous trois de couleurs diverses.

En 1770, vers les dix heures du soir, M. du Séjour, père du célèbre Géomètre de l'académie, étant à Chambourty, près St.-Germain-en-Laye, apperçut un arc-en-ciel lunaire, la lune étant presqu'au méridien, & distante de son plein seulement d'un jour & demi. L'arc-en-ciel paroissoit du côté du nord où il pleuvoit. On n'y distinguoit point les couleurs prismatiques, mais seulement des nuances, entre les différens cercles concentriques, dont l'arc étoit composé. *hist. de l'acad. des sciences*, année 1770. *pag.* 22.

En allant de la nouvelle Zelande à Otahiti, M. Cook, & Forster, virent à la fin de juin, 1773, pendant une nuit, ce météore qui leur parut assez frappant ; il auroit été à souhaiter que ces illustres savans en eussent décrit les différentes circonstances.

Le 16 juin, 1777, Madame Petau, fille de M. Fouchi, ancien secrétaire perpétuel de l'académie des sciences, observa sur les honze heures du soir, un arc-en-ciel lunaire, aussi marqué, aussi distinct & aussi grand que ceux occasionnés par la lumière du soleil, & avec des nuances sensibles dans la lueur blanchâtre dont il étoit formé. Cette lueur étoit presqu'aussi vive que celle de la lune, & les dégradations de lumière, paroissoient produire un vert d'eau. Il y avoit distinctement le pied d'un second arc, son milieu précisément au nord-est, la lune en face, comme cela devoit être, & dans l'instant il venoit d'y avoir une petite ondée, poussée par le vent du sud-ouest.

Le 19 août 1788, j'observai à Béziers, avec plusieurs personnes, environ à huit heures & trois quarts du soir, un arc-en-ciel lunaire double. La lune, qui avoit été à son plein le 16, à dix heures du soir, étoit alors au commencement du signe du bélier ; elle s'étoit levée à 7 heures 35 minutes, & sa hauteur étoit d'environ 15 degrés.

Dans ce temps, la lune brilloit vers l'orient, & son éclat paroissoit d'autant plus vif, qu'il y avoit des nuages du côté du sud-est, & vers le nord-nord-ouest. Au couchant, étoit une espèce de brouillard qui se résolvoit en petite pluie, & dont plusieurs gouttes tomboient au lieu même où étoient les observateurs, situé entre l'astre & le phénomène. Tournant le dos à l'astre & regardant l'occident, je vis, d'une manière très-distincte, deux arcs-en-ciel ou iris lunaires. Ils me parurent avoir la même élévation que celle des iris solaires, lorsque le soleil est à une hauteur au-dessus de l'horison égale à celle où étoit alors la lune. Leur amplitude étoit la même, ainsi que l'intervalle qui les séparoit. La largeur des bandes étoit d'environ 2 degrés, & les deux arcs étoient parfaitement concentriques.

La lumière, dont brilloit ces arcs, fut d'abord continue & sans aucune interruption ; ensuite, une portion des deux arcs disparut, c'étoit celle qui étoit du côté du nord & à ma droite. Cette partie retranchée des deux arcs égaloit le cinquième de la longueur totale : je remarquai alors des nuages de ce côté.

La couleur de ces arcs étoit d'un ton foible. Dans l'arc intérieur, on distinguoit à peine une foible nuance d'orangé, un jaune pâle, un vert bleuâtre, peu éclatant & aussi foible que celui des halo ou couronnes qui environnent assez souvent la lune. Ces couleurs étoient même si pâles & si peu marquées, qu'on ne pouvoit distinguer leurs limites. Celles de l'arc extérieur étoient de beaucoup plus foibles, & si lavées, qu'elles ne sembloient être qu'un blanc bleuâtre.

Après que ce météore eut paru ainsi nuancé pendant cinq à six minutes, on le vit ensuite ne présenter que deux arcs blancs d'une teinte plus ou moins claire. Sa durée totale fut de demi-heure environ, après laquelle il disparut, non tout-à-coup, mais par parties, les lacunes étant plus ou moins grandes. Je remarquerai que ce météore étoit déja formé, lorsque je l'apperçus, & que sa durée a pu être plus longue.

A neuf heures & quart, les nuages se répandirent à l'est, & le ciel s'éclaircit ensuite au couchant & au nord.

Quelques heures avant l'apparition de ce météore, à six heures & demie, on vit des éclairs ; il y eut un foible tonnerre, & une petite pluie.

A neuf heures & demie du ſoir, du côté du ſud-oueſt, j'obſervai encore des éclairs, de même que pendant une partie de la nuit. Le baromètre étoit à vingt-ſept pouces huit lignes.

D'après tout ce qui a été démontré ſur la cauſe des arcs-en-ciel ſolaires, on penſe bien que les arcs-en-ciel lunaires ſont auſſi formés par la refraction que ſouffrent les rayons de la lune dans les gouttes de pluie qui tombent la nuit. Si on ne les apperçoit qu'à la pleine lune ou aux environs de cette phaſe, c'eſt que dans les autres temps la lumière de cet aſtre eſt trop foible pour frapper la vue après deux refractions & une réflexion. L'arc-en-ciel lunaire, lorſqu'il eſt bien coloré, a toutes les mêmes couleurs que le ſolaire, excepté qu'elles ſont preſque toujours plus foibles; principalement à cauſe de la différente intenſité des rayons de la lune, qui, ſelon les expériences & les calculs de M. Bouguer, ſont 300000 fois moins denſes que ceux du ſoleil. On peut ajouter à cette cauſe celle de la différente diſpoſition du milieu que traverſent les rayons de la lune, car la maſſe d'air, pendant la nuit eſt plus chargée de vapeurs ou de vapeurs plus denſes, qui peuvent quelquefois être telles, qu'il n'y ait point de couleurs.

Arc-en-terre. L'*arc-en-terre* ne diffère qu'accidentellement de l'arc-en-ciel, & ſeulement par ſa poſition; celui-ci paroit dans les cieux & celui-là ſur la terre. Mais tous les deux dépendent des mêmes cauſes de la réfraction & de la réflexion des rayons du ſoleil dans des gouttes d'eau, & de la décompoſition de la lumière en ſes couleurs primitives. On obſerve quelquefois dans les prairies ſur les gouttes de pluie ou de roſée qui y ſont tombées, des arcs-en-ciel renverſés, de cette eſpèce; Rohault en fait mention; j'en ai vu trois ou quatre fois dont les couleurs étoient très-vives, & qui ne différoient preſque pas de celles de l'arc-en-ciel ordinaire.

Les conditions néceſſaires pour la formation de ce phénomène ſur la terre, ſont toujours que le ſpectateur doit tourner le dos au ſoleil, & être placé entre le phénomène & cet aſtre, que la ligne qui paſſe par le centre du ſoleil, l'œil de l'obſervateur & le centre de l'arc, doit faire avec les rayons de lumière les mêmes angles dont on a parlé. Auſſi faut-il que le ſpectateur ſoit ſur un lieu élevé, & que le ſoleil ſe ſoit levé depuis quelque temps, ou qu'il ſoit près de ſon coucher. Les différens degrés d'élévation du ſoleil & de l'obſervateur font varier la grandeur de l'*arc-en-terre*; on peut même, dans des circonſtances favorables, voir le cercle entier coloré des ſept couleurs priſmatiques.

Arc-en-ciel marin. C'eſt une portion d'anneau ou b e demi circulaire, ornée de couleurs priſmatiques, qu'on apperçoit ſur la ſurface de la mer, dans le temps où le ſoleil eſt à une certaine hauteur au-deſſus de l'horiſon. [L'*arc-en-ciel marin* eſt un phénomene, qui paroit quelquefois lorſque la mer eſt extrêmement tourmentée, & que le vent agitant la ſuperficie des vagues, fait que les rayons du ſoleil qui tombent deſſus, s'y rompent & y peignent les mêmes couleurs que dans les gouttes de pluie ordinaire. M. *Bowrzes* obſerve dans les *tranſactions philoſophiques*, que les couleurs de l'*arc-en-ciel marin* ſont moins vives, moins diſtinctes & de moindre durée que celle de l'*arc-en-ciel* ordinaire, & qu'on y diſtingue à peine plus de deux couleurs; ſavoir, du jaune du côté du ſoleil, & un vert pâle du côté oppoſé.

Mais ces arcs ſont plus nombreux; car on en voit ſouvent 20 ou 30 à la fois: ils paroiſſent à midi, & dans une poſition contraire à celle de l'arc-en-ciel, c'eſt-à-dire, renverſés; ce qui eſt une ſuite neceſſaire de ce que nous avons dit en expliquant les phénomène de l'*arc-en-ciel ſolaire.*]

Si on obſerve ces *arcs-en-ciel marins* d'un lieu élevé, comme d'un cap, ou du haut des mâts, ils paroiſſent renverſés; & ſi dans le même temps, ainſi qu'on l'a obſervé quelquefois, un nuage qui paſſe, ſe reſout en pluie, on apperçoit un ſecond arc dont les extrémités paroiſſent ſe réunir avec celles de l'iris renverſé, & préſenter un cercle entier, ou plutôt un anneau complet coloré.

On apperçoit encore des *arcs-en-ciel* de cette eſpèce ſur la ſurface d'un lac ou d'un étang, lorſque l'eau ſeroit agitée par le vent, de manière à élever des vagues & ſur-tout de petites molécules ou gouttelettes d'eau, dans leſquelles les rayons du ſoleil ſeroient réfractés, réfléchis, & décompoſés, comme ils le ſont dans les gouttes de pluie. On peut en voir de même ſur la ſuperficie des grands fleuves, le ſpectateur étant toujours à une certaine hauteur, de même que le ſoleil à une élévation convenable. Il eſt même poſſible qu'on obſerve encore un arc renverſé, ſi les rayons du ſoleil ſont réfléchis de la ſurface d'un lac tranquille, ſur un brouillard ou ſur des gouttes de pluie tombant à une diſtance convenable.

Arc-en-ciel des cataractes et des cascades.

Les différentes eſpèces *d'arcs-en-ciel* dont nous avons parlé juſqu'ici, ne ſont guère que momentanées; mais ceux qu'on obſerve dans les caſcades & dans les cataractes, ſont, en quelque ſorte permanens. On ne doit pas être plus ſurpris de cette permanence, que de voir conſtamment un arc-en-ciel artificiel, toutes les fois qu'on diſpoſe une ſuite de boules de verre pleines d'eau d'une manière convenable, ſelon la belle expérience de Deſcartes, & que le ſpectateur étant placé entre

le ſoleil & les boules, les rayons du ſoleil y éprouvent les mêmes réfraction, réflexion & décompoſition que dans les goutes de pluie. Ce phénomène devient encore permanent lorſque, tournant le dos au ſoleil, on fait jaillir de l'eau en l'air, afin qu'elle retombe en petite pluie, & que les poſitions reſpectives de l'aſtre, de l'obſervateur & des gouttes d'eau ſont analogues à celles qui ont lieu dans les arcs-en-ciel ordinaires. Ce phénomène eſt plus brillant lorſqu'on met un corps noir derrière les gouttes d'eau.

L'arc-en-ciel de la caſcade de Terni, en Ombrie, eſt un des plus beaux de ce genre : comme il a été ſouvent obſervé, nous allons entrer dans quelque détail, d'après M. l'abbé Richard, qui paroît avoir ſuivi ce phénomène avec attention. La rivière de *Vélino*, qui forme la magnifique caſcade de Terni, après être ſortie du lac de *Luco*, prend un cours précipité ſur un niveau penchant, juſqu'à ce qu'elle ſoit arrivée à l'extrémité de la montagne *del Marmore*, d'où elle fait un ſaut perpendiculaire d'environ deux cents pieds de hauteur ſur des rochers, où elle ſe briſe avec tant d'efforts, qu'il s'en élève un nuage que l'on peut comparer à une pouſſière humide, (*un polverino d'aqua*, diſent les Italiens) & qui ſe ſoutient toujours à quelques toiſes au-deſſus du niveau de la montagne ; de ſorte que tous les environs ſont enveloppées d'un brouillard continuel, aſſez épais pour intercepter les rayons directs de la lumière, mais ſi léger, qu'il ne détrempe point le terrain qu'il arroſe ſans ceſſe.

Ce brouillard, vu du côté oppoſé à la caſcade, reçoit les rayons du ſoleil qui s'y réfractent & s'y réfléchiſſent de manière à former, tantôt pluſieurs arcs-en-ciel qui ſe croiſent, changent de place, s'élèvent ou s'abaiſſent relativement à la force que le mouvement inférieur de l'eau imprime au brouillard qu'ils colorent, & à la direction des vents qui diſperſent plus ou moins d'un côté ou d'un autre, les gouttelettes d'eau. Lorſque le vent du midi raſſemble le brouillard contre la montagne, on ne voit qu'un ſeul grand arc qui couronne toute la caſcade & ſes environs. Il y a des circonſtances où les couleurs de ces iris ſe confondent les unes dans les autres ; néanmoins, dans ces cas, on y remarque toujours trois zônes bien prononcées. On obſerve auſſi que toutes les particules aqueuſes ſont fort agitées ; & ce mouvement continuel de molécules colorées qui ſe fondent inſenſiblement les unes dans les autres, ajoutent à la ſingularité de ce beau ſpectacle.

La caſcade du fleuve St.-Laurent, en Canada, préſente également un *arc-en-ciel pérenne*, toujours fixé dans le même endroit, & par le temps le plus ſerein. Cet arc ſe forme auſſi ſur une eſpèce de brouillard, & dépend auſſi des poſitions reſpectives du ſoleil, de l'obſervateur, & des gouttes d'eau, de même que des pouvoirs réfractif & réflectif de ces gouttes, & des différens degrés de réfrangibilité des rayons ſolaires. L'eau du fleuve Saint-Laurent tombant de plus de deux cents pieds de hauteur, fait rejaillir dans l'air une quantité prodigieuſe de petites gouttes d'eau qui forment un nuage, ou, ſi l'on veut, une bruine viſible, même à la diſtance de cinq lieues, & où le ſoleil peint toujours un arc-en-ciel avec ſes plus belles couleurs, plus étendu & plus majeſtueux que celui de la caſcade de Terni.

V. On a fait en divers temps, & notamment depuis peu, des efforts pour renverſer la théorie newtonienne ſur l'arc-en-ciel : on va voir avec quel ſuccès M, l'abbé P... ayant publié, il y a deux ou trois ans, un petit ouvrage dans cette vue, M. de Flaugergues en fit la réfutation, qui fut lue dans un mémoire adreſſé à l'académie de Montpellier ; c'eſt de ce dernier qu'on a extrait ce qui ſuit :

On a objecté contre la théorie de Newton ſur l'arc-en ciel : 1°. Que l'expérience qu'on fait avec la boule de verre pleine d'eau, qui ſert de preuve à cette théorie, n'eſt pas concluante, parce que cette boule étant compoſée de verre & d'eau & non pas ſimplement d'eau, comme il faudroit qu'elle le fût pour repréſenter exactement ce qui ſe paſſe dans les gouttes de pluie, les réfractions qui s'opèrent dans cette boule, ſont différentes de celles qui ont lieu dans les gouttes de pluie ; & l'on ne doit pas par conſéquent prétendre que la réfraction de la lumière, dans ces gouttes, doive produire les mêmes effets que dans la boule de verre employée dans cette expérience.

On peut répondre à cela qu'il eſt très-vrai que la réfraction de la lumière à travers de deux milieux différens, tels que le verre & l'eau dont eſt compoſée la boule qu'on emploie dans l'expérience, qui ſert de preuve à la théorie de l'arc-en-ciel, eſt un peu différente de celle qui auroit lieu dans une ſimple boule d'eau ; mais cette différence n'en apporte aucune dans l'ordre & la nature du phénomène en général, & elle n'influe que ſur la valeur des angles que les rayons émergens efficaces font avec la ligne d'aſpect. Ces angles ſont plus petits lorſque les rayons émergent de la boule après une ſeule réflexion, & au contraire plus grands lorſqu'ils émergent de la boule après deux réflexions dans la boule de verre remplie d'eau, que dans une ſphère compoſée ſeulement de ce fluide. Cette différence qui ſeroit conſidérable ſi la boule de verre, qui renferme l'eau, étoit fort épaiſſe, ſe réduit à quelques minutes, lorſqu'on emploie, pour cette expérience, une boule de verre fort mince ; c'eſt ce qu'il eſt aiſé de prouver par le calcul.

Mais on peut couper court à l'objection, en répétant l'expérience d'Antoine de Dominis avec une ſphère abſolument identique, relativement au but

qu'on se propose, à une sphère d'eau; il suffit, pour cela, d'arrondir en boule un morceau de glace, & de le suspendre, comme la boule de verre, vis-à-vis du soleil. Si on se place ensuite entre cet astre & la boule de glace, & qu'on fasse descendre lentement cette boule, on apercevra successivement dans la partie supérieure de cette boule, & ensuite dans l'inférieure, les mêmes couleurs, & dans le même ordre que celles que l'on observe dans l'arc-en ciel extérieur & intérieur; & les angles que les rayons émergent qui produisent ces couleurs, feront avec la ligne d'aspect, seront exactement les mêmes que ceux qui ont lieu dans l'arc-en-ciel naturel, & ne différeront que de très-peu des angles que les rayons colorés émergens font avec la ligne d'aspect, lorsqu'on fait cette expérience de la manière ordinaire avec une boule de verre pleine d'eau, cette boule de verre étant fort mince.

Cette expérience, répétée un grand nombre de de fois avec un succès constant, paroît décisive; car on n'imagine pas que l'on veuille chicaner sur ce que la réfraction de la glace n'est peut-être pas parfaitement égale à celle de l'eau, la différence de la puissance réfractive de ces deux milieux étant presque insensible & même douteuse, suivant les expériences de M. de la Hire, consignées dans les mémoires de l'académie des sciences.

2°. Il paroît, d'après la théorie de l'arc-en-ciel, que les couleurs provenant des gouttes de pluie, devroient être d'autant plus vives, que le nombre de ces gouttes est plus considérable; cependant on observe quelquefois que, quoiqu'il pleuve fortement, l'arc-en-ciel paroît très-foible, & quelquefois au contraire il paroît très-vif, quoique la pluie qui tombe par fois soit médiocre.

En général, les couleurs de l'arc-en-ciel sont d'autant plus vives, qu'il pleut plus abondamment à l'opposite du soleil, ainsi que cela doit être, suivant la théorie. Il est vrai que si en même temps il pleut fortement dans l'endroit où est placé le spectateur, ou entre le spectateur & le soleil, l'éclat de ce phénomène pourra en être fort affoibli, parce que les rayons de lumière destinés à le produire, seront en partie détournés ou réfléchis par les gouttes de pluie qu'ils rencontreront avant que d'arriver à l'endroit où ils doivent produire leur effet; mais cet affoiblissement n'est qu'accidentel, & n'infirme en rien la théorie.

3°. Suivant l'explication reçue, le spectateur, le soleil & le centre de l'arc-en-ciel doivent se trouver sur une seule & même ligne; cependant il arrive souvent qu'une des branches de l'arc-en-ciel paroît être extrêmement proche du spectateur, & l'autre fort éloignée; ensorte que la première branche est fort près, & la seconde fort loin de la ligne d'aspect.

Cette objection n'en est pas une pour quelqu'un qui est au fait de la théorie de l'arc-en-ciel; car cette théorie ne suppose autre chose que l'égalité des angles que les rayons efficaces de la même espèce doivent faire de toute part avec la ligne d'aspect; ce qui n'a rien de commun avec le plus ou le moins d'éloignement des points d'où partent ces rayons à cette ligne d'aspect; cependant il est bon d'expliquer ici pourquoi les branches de l'arc-en-ciel paroissent quelquefois si inégalement éloignées du spectateur.

Cet effet doit arriver toutes les fois que, pleuvant dans un endroit sans pleuvoir dans l'autre, le plan qu'on peut imaginer est de séparer l'espace où il pleut de celui où il ne pleut pas, & qu'on peut nommer, pour abréger, *plan terminant de la pluie*, est oblique par rapport à la ligne d'aspect ou à l'axe du cône formé par les rayons colorés dont la pointe est à l'œil du spectateur; car, soit S le soleil que nous supposerons (*fig.* 430) pour plus de simplicité dans le plan de l'horison, O l'œil du spectateur, S O la ligne d'aspect; supposons qu'il pleuve dans l'espace A B C D, situé de telle manière que le plan vertical C D, en-deçà duquel il ne tombe plus de pluie, ou le plan terminant de la pluie soit obliquement placé par rapport à la ligne d'aspect SO; ensorte que l'angle DEO soit obtus, & que l'angle C E O soit aigu; si par le point O on mène les lignes O F, O G, de manière que les angles E O F, E O G soient, par exemple, chacun de 41°, il est clair que l'œil O verra du rouge en F & en G, qui seront par conséquent les extrémités de l'arc rouge: or, il est évident que l'extrémité G est bien plus proche de l'œil O que l'extrémité F, & conséquemment elle paroîtra bien plus proche de la ligne d'aspect. Cependant, puisque les angles E O F, E O G, sont égaux, l'œil n'en est pas moins au sommet du cône H O F, dans la surface duquel sont placés, suivant la théorie, tous les rayons émergens efficaces qui peuvent lui donner la sensation du rouge, & qui formeront un arc de cette couleur qui paroît à leur sens la figure d'une portion d'ellipse. Le même raisonnement ayant lieu pour les rayons des autres couleurs, s'applique, comme on voit, à l'arc-en-ciel entier.

Dans le mois d'avril 1786, M. de Flaugergnes aperçut un de ces arcs-en-ciel dont l'inégalité, dans la distance de ces branches opposées, étoit frappante. Quoiqu'il vit tout de suite qu'elle venoit de l'obliquité du plan terminant de la pluie, il voulut cependant s'assurer si les angles que les rayons efficaces fournissent avec la ligne d'aspect, étoient égaux. Dans cette vue, il plaça une espèce de récipiangle, composé de deux règles mobiles, autour d'un clou, & garnies de pinules; de manière que le plan de cet instrument étant parfaitement horisontal, le rayon visuel qui passoit par les pinules d'une des branches, alloit aboutir au point de l'horison qui étoit l'azimuth du soleil,

& que le rayon visuel passant par les pinules de la seconde branche, allât aboutir à la partie rouge d'une des extrémités de l'arc-en-ciel. Après s'être bien assuré de cette disposition, il retourna l'instrument, en ayant attention que le rayon visuel, passant par les pinules de la première branche, allât toujours aboutir au même point azimuthal. Après avoir rendu le plan de l'instrument parfaitement horisontal, il visa le long des pinules de la seconde branche, & il remarqua que le rayon visuel, dirigé le long de ces pinules, alloit aboutir au rouge de l'autre extrémité de l'arc; ensorte que les angles compris entre les lignes tirées des parties rouges de ces extrémités de l'arc-en-ciel au centre de l'instrument, & la ligne passant par ce centre & allant aboutir au point azimuthal du soleil, étoient égaux, c'est-à-dire, chacun de 142° ½ environ; de sorte que les supplémens de ces angles, ou les angles que les rayons venus des extrémités rouges de l'arc faisoient avec le plan vertical qui passoit par la ligne d'aspect, étoient égaux malgré l'inégalité de distance de ces extrémités; d'où l'on pouvoit conclure que le centre de l'instrument, ou l'œil, lorsqu'il occupoit sa place, étoit au sommet du cône formé par les rayons efficaces émergens des gouttes de pluie, & conséquemment dans l'axe de ce cône, malgré l'apparence contraire. La hauteur du soleil, lors de cette observation, étoit à-peu-près de 12 degrés.

4°. D'après la théorie de Newton, il doit paroître, en même temps deux arcs-en-ciel, l'interne & l'externe; cependant il arrive souvent qu'on n'en voit que d'interne, quoiqu'il pleuve assez fortement pour que ce dernier arc paroisse avec beaucoup de vivacité.

Les gouttes de pluie qui produisent l'arc-en-ciel interne relativement à un spectateur, ne peuvent produire l'arc-en-ciel externe pour ce même spectateur, à moins qu'il ne s'approche de ces gouttes, & de manière que les rayons efficaces, après deux réflexions, & qui émergent de ces gouttes en faisant un angle de 54° avec la ligne d'aspect, parviennent à son œil, au lieu des rayons efficaces, émergent des gouttes après une seule réflexion, en faisant un angle de 41 à 42 degrés avec la ligne d'aspect, qui y arrivoient dans le premier cas: ainsi de ce que les gouttes d'eau qui produisent l'arc interne, existent, il ne s'ensuit nullement qu'on doive voir l'arc externe: il faut de plus qu'il pleuve dans un espace assez grand, pour soustendre un angle de 54° degrés d'amplitude tout autour de la ligne d'aspect; & quelquefois même avec cette dernière condition, l'arc externe ne paroît pas sensiblement, par la raison que, comme il se fait dans les gouttes de pluie deux réflexions & deux réfractions de la lumière qui le produit, il se perd beaucoup de cette lumière, soit par absorption, soit par transmission; ensorte que pour peu que le soleil soit obscurci par les nuages ou les vapeurs, & que la pluie soit rare, il n'arrive à l'œil qu'un trop petit nombre de rayons efficaces après deux réflexions, pour pouvoir faire une impression sensible sur cet organe, & l'on ne peut voir l'arc-en-ciel: mais ce qui suffit pour justifier la théorie, c'est que les deux arcs ne manquent jamais de paroître toutes les fois que le soleil brille avec éclat, & qu'il pleut fortement à l'opposite de cet astre & dans un espace suffisamment étendu. C'est la grande perte qui se fait de la lumière solaire dans les réflexions qu'elle éprouve dans les gouttes d'eau, qui fait qu'on ne voit tout au plus que deux arcs-en-ciel, tandis que, suivant la théorie, il devroit en paroître un nombre infini, comme celui des réflexions possibles (théoriquement parlant) de la lumière dans les gouttes de pluie.

5°. Si l'arc-en-ciel est produit seulement par la réfraction de la lumière dans les gouttes de pluie, comment peut-il être visible lorsque la pluie est extrêmement rare?

Tous les physiciens connoissent que l'œil possède, à un bien plus haut degré que les autres sens, la faculté singulière de conserver la sensation causée par un objet extérieur pendant quelque temps après que cet objet a cessé d'agir sur cet organe: c'est par cette raison qu'un charbon ardent que l'on fait tourner, paroît comme un cercle de feu; c'est aussi, ce semble, par la même propriété que les couleurs de l'arc-en-ciel paroissent sensiblement, quoique les gouttes de pluie qui les réfléchissent, soient très-rares. Supposons en effet qu'une goutte de pluie réfléchisse un rayon rouge sur la rétine, ce rayon y produira une impression qui, quoique légère, y subsistera pendant quelque temps, & lors même que la goutte étant descendue, n'enverra plus de rayons rouges à l'œil. Si alors une seconde goutte prend en descendant la place de la première, & envoie de même un rayon rouge à l'œil, l'impression que ce rayon produira sur la rétine, s'unissant à celle qu'a produite le rayon rouge réfléchi par la première goutte, il en résultera une impression beaucoup plus forte, & elle le sera bien plus si les gouttes se succèdent assez vîte pour que les impressions successives des rayons rouges réfléchis par cinq à six gouttes, puissent, par la faculté qu'a l'œil de les retenir, devenir, en quelque façon, simultanées; & l'on sent assez que dans ce cas, l'œil aura une sensation assez vive du rouge; il en est de même pour les autres couleurs; il paroît donc que c'est à cette cause qu'est due l'apparence sensible des couleurs de l'arc-en-ciel, malgré la rareté de la pluie, & que ce phénomène perdroit dans tous les cas beaucoup de son éclat, si les gouttes de pluie qui le produisent, au lieu de se succéder les unes aux autres, devenoient immobiles & fixes dans le même endroit. Ce qui doit confirmer donc cette opinion, c'est que, malgré la multitude des gouttes de rosée dont l'herbe des prairies est couverte le matin, on ne voit jamais l'*arc-en-terre* aussi bien marqué & aussi

éclatant que l'arc-en-ciel. M. de Flaugergnes dit ne l'avoir jamais vu, quoiqu'il ait été se promener cent & cent fois dans cette intention, & qu'il en ait vu souvent quelque apparence. Il n'y a guère que le P. Pardies, jésuite, qui s'étant trouvé apparemment dans des circonstances heureuses, ait vu cet astre terrestre bien marqué & avec des couleurs vives. (*Journal des savans*, du 7 février 1667.)

Au reste, quoique l'arc-en-ciel paroisse quelquefois avant qu'il pleuve & après qu'il a cessé de pleuvoir, ce n'est que relativement à l'espace où se trouve le spectateur; car il est de fait qu'il pleut toujours dans l'endroit où paroît un arc-en-ciel.

6°. D'après la théorie newtonienne de l'arc-en-ciel, les arcs visibles de ce phénomène doivent être seulement au nombre de deux & concentriques. Comment donc expliquer, suivant cette théorie, pourquoi ces arcs paroissent quelquefois au nombre de trois ou de quatre, & que dans ce cas il y en a toujours quelqu'un d'excentrique, & même quelquefois fort éloigné des autres?

On doit distinguer deux espèces d'arcs-en-ciel excentriques, ceux qui ont leurs centres dans le plan vertical qui passe par la ligne d'aspect, c'est-à-dire, dans le même plan vertical où se trouve le centre des deux arcs-en-ciel ordinaires, & ceux dont le centre est hors de ce plan. De la première espèce est celui que M. Halley observa en 1698 à Chester: ce grand astronome vit trois arcs-en-ciel en même temps, dont deux étoient les mêmes que l'arc-en-ciel intérieur & extérieur qui paroissent ordinairement; le troisième étoit presque aussi vif que le second, & ses couleurs étoient arrangées comme celles du premier arc; ses deux jambes reposoient à terre au même endroit où reposoient celles du premier arc-en-ciel, & il coupoit en haut le troisième arc-en-ciel, divisant cet arc à peu-près en trois parties égales. D'abord, on ne voyoit pas la partie de cet arc qui étoit à gauche, mais elle parut ensuite fort éclatante. Les points où cet arc coupoit l'arc extérieur, parurent ensuite se rapprocher; & bientôt la partie supérieure du troisième arc-en-ciel se confondit avec l'arc-en-ciel extérieur; alors l'arc-en-ciel extérieur perdit sa couleur en cet endroit, comme cela arrive lorsque les couleurs se confondent & tombent les unes sur les autres; mais aux endroits où les deux couleurs rouges tombèrent l'une sur l'autre, la couleur rouge parut avec plus d'éclat que celle du premier arc-en-ciel. M. Sanguerd a vu, en 1685, un semblable arc-en-ciel dont il fait mention dans sa physique; & un pareil phénomène fut observé par M. Celsius, en Dalécartie, province de Suède, le 8 août 1743, vers les 6 à 7 heures du soir. On trouve encore dans le journal des savans, en 1666, une observation pareille, faite par M. Etienne, chanoine de Chartres.

Vitellion dit avoir vu à Padoue, quatre arcs-en-ciel en même-temps.

M. Langwith a vu en Angleterre un arc-en-ciel solaire ave ses couleurs ordinaires; & sous ce premier arc-en-ciel on en voyoit un autre, dans lequel il y avoit tant de vert, qu'on ne pouvoit distinguer ni le jaune ni le bleu. Dans un autre temps il parut encore un arc-en-ciel avec les couleurs ordinaires, au-dessus duquel on remarquoit un arc bleu, d'un janne claire en haut, & d'un vert foncé en bas: on voyoit de temps en temps au-dessous, deux arcs de pourpre rouge, & deux de pourpre tirant sur le vert. Le plus bas de tous ces arcs étoit de couleur de pourpre, mais fort foible; & il paroissoit & disparoissoit à différentes reprises.

Ces arcs, dont le centre est différent de celui des deux arcs-en ciel, mais cependant placé dans le même plan vertical où se trouve le centre des deux arcs-en-ciel ordinaires, l'œil du spectateur & le centre du soleil, sont produits par les rayons du soleil, réfléchis par quelque rivière ou par quelque lac qui se trouve derrière le spectateur, entre ce spectateur & le soleil. C'est M. Halley qui, le premier, a découvert cette cause des arcs-en-ciel excentriques de la première espèce, à l'occasion du phénomène dont on vient de donner la description d'après lui. Il remarqua qu'il y avoit entre le soleil & lui, la rivière de Dée, qui coule à Chester; & que les rayons de cet astre, réfléchis par la surface de l'eau, produisoient le troisième arcs-en-ciel. Pour comprendre comment cet effet peut arriver. Soit S (*fig.* 431) le soleil, O un spectateur qui regarde à l'opposite de cet astre, un espace où il pleut actuellement, & qui est éclairé de ces rayons. Ce spectateur verra, comme il a été dit, deux arcs-en-ciel AB CD, dont le centre sera en E dans la ligne d'aspect S O. Mais s'il se trouve entre le spectateur O & le soleil S, quelque lac dont la surface soit assez unie pour pouvoir réfléchir les rayons du soleil dans le même ordre qu'ils ont lors de leur incidence, ces rayons réfléchis tomberont sur les gouttes de pluie, de la même manière que s'ils venoient d'un second soleil S; par conséquent, ces rayons produiront pour le spectateur O, l'apparence d'un troisième arc-en-ciel F G H, & même d'un quatrième, si la quantité de rayons réfléchis par la surface de l'eau, est assez considérable pour que ceux qui arrivent à l'œil, après deux réflexions consécutives au-dedans des gouttes de pluie, soient encore en nombre suffisant pour pouvoir faire une impression sensible sur cet organe, ce qui doit arriver très-rarement. Or, l'angle de réflexion O I K étant égal à l'angle d'incidence S I L, & les deux angles O I K, S, I L étant égaux, puisqu'ils sont opposés au sommet, l'angle S I L est égal à l'angle S, I L: de sorte que le troisième arc-en-ciel F G H doit avoir exactement la même apparence que s'il étoit produit par les rayons d'un second soleil S, qui fût autant abaissé au-dessus de l'horison que le vrai soleil S est élevé au-dessus; d'où il s'ensuit que le centre M de ce troisième arc doit être situé au-dessus du centre E des deux premiers arcs, & dans

le même plan vertical, paſſant par ce point E, par l'œil du ſpectateur & par le centre du ſoleil; puiſque par la loi de la reflexion le rayon réfléchi & le rayon incident doivent toujours être dans un même plan perpendiculaire à la ſurface réfléchiſſante; par conſéquent ce troiſième arc doit couper les deux premiers arcs en deux endroits différens. On voit de plus qu'à meſure que le ſoleil s'abaiſſera vers l'horiſon, l'angle S, I L qui eſt toujours égal à l'angle S I L, diminuera, de ſorte que le centre M du troiſième arc s'abaiſſant, tandis que le centre E des deux arcs ordinaires A B, C D s'élève, les arcs C D & F G H, ſe rapprocheront & pourront même ſe confondre enſemble dans leur partie ſupérieure; ce qui eſt parfaitement conforme à ce qu'a obſervé Mr Halley, comme on l'a dit.

A l'égard des arcs-en-ciel excentriques de la ſeconde eſpèce, dont le centre ſe trouve hors du plan vertical qui paſſe par la ligne d'aſpect, & qui par conſéquent ne peuvent être produits, comme les précédens, par la réflexion des rayons du ſoleil ſur la ſurface de quelque rivière ou de quelque lac, ils ſont extrêmement rares. M. Flaugergnes a eu le bonheur, il y a quelques années, d'en voir un aſſez bien marqué, & ce qui lui fit encore plus de plaiſir, de voir évidemment la cauſe qui le produiſoit. On va rapporter ici ſon obſervation, avec d'autant plus de ſatisfaction, qu'on ne ſache pas qu'aucun phyſicien ait découvert la vraie cauſe de ces arcs-en-ciel excentriques.

Un jour de printemps de l'année 1783, ſur les cinq heures du ſoir, le ciel, après une forte ondée de pluie, s'étant découvert du côté du couchant, tandis qu'il pleuvoit encore fortement du côté du levant, les deux arcs-en-ciel ordinaires parurent avec beaucoup d'éclat. Comme ce ſavant étoit occupé à les conſidérer, il aperçut en déhors & au nord du ſecond arc, une portion d'environ dix à douze degrés d'un troiſième arc dont les couleurs étoient ſemblables à celles de l'arc intérieur & dans le même ordre, le violet en dedans & le rouge en déhors, mais plus foibles & plus confuſes. Cet arc étant auſſi plus large que l'arc intérieur, & autant qu'il en peut juger par ſa courbure, il appartenoit à un cercle d'un diamètre égal à celui de l'arc intérieur, mais dont le centre étoit placé à une vingtaine de degrés au nord du centre de l'arc intérieur, & un peu au-deſſus de la ligne horiſontale qui paſſoit par ce dernier centre. Ce phénomène le ſurprit beaucoup, & il ne ſavoit abſolument à quoi l'attribuer, lorſque s'étant retourné du côté du ſoleil, il vit à une vingtaine de degrés au-deſſus de cet aſtre, un petit nuage blanc reſplendiſſant, d'une lumière ſi vive, qu'on l'auroit pris pour un parhélie, s'il eût été arrondi plus régulièrement. Il penſa auſſitôt que ce pouvoit être là la cauſe du troiſième arc, & il ne put en douter lorſque, quelque temps après, la lumière que reflèchiſſoit le nuage s'étant affoiblie, ce troiſième arc diſparut totalement.

D'après cette obſervation, il paroit que les arcs-en-ciel excentriques, dont les centres ne ſont pas placés dans le plan vertical qui paſſe par la ligne d'aſpect, ont pour cauſe la lumière réfléchie ſur les gouttes de pluie par quelque nuage qui ſe trouve dans des circonſtances favorables pour en réfléchir ainſi une quantité ſuffiſante, & produire par là l'effet d'un ſecond ſoleil.

7°. Comment expliquer dans la théorie newtonienne de l'arc-en-ciel, les quatre ou cinq arcs colorés qui paroiſſent en dedans de l'arc intérieur, & qui ſont concentriques & contigus à cet arc?

C'eſt ici le point le plus délicat de la théorie de l'arc-en-ciel, & aucun phyſicien ne paroît avoir tenté d'expliquer la production de ces arcs colorés concentriques intérieurs, & contigus à l'arc-en-ciel interne, quoique leur apparition ſoit conſtante, toutes les fois que les circonſtances ſont favorables pour que ce phénomène puiſſe paroître dans tout ſon éclat. On va expoſer ici quelques conjectures que M. Flaugergnes a formées ſur ce ſujet, après avoir expoſé exactement le fait.

Toutes les fois que l'arc-en-ciel paroît avec éclat, on obſerve dans l'arc intérieur, & tout contre, d'autres arcs intérieurs contigus & concentriques à cet arc: ces arcs ſont colorés, mais leurs couleurs ſont d'autant plus foibles, & ces arcs ſont d'autant plus étroits, qu'ils s'éloignent de l'arc principal en s'approchant vers le centre. Il a une fois diſtingué juſqu'à cinq de ces arcs; le premier étoit coloré de rouge, de jaune, de vert & de bleu, dans le même ordre que l'arc intérieur, & les derniers ſeulement de vert & de rouge. Je penſe que ces arcs ſont produits par les rayons qui émergent des gouttes d'eau, convergens entr'eux, & qui, arrivant ainſi fort ſerrés à l'œil, peuvent être efficaces de même que les rayons qui émergent parallèles entr'eux. Pour bien entendre ceci, il faut ſe rappeler, ce qu'il eſt bien facile de démontrer, que ſi deux rayons R S r ſ émergent de la demi-ſphère tranſparente A B, *fig.* 432, en faiſant leurs angles de réfraction S R D ſ r d du même côté, & que l'angle de refraction ſ r d, ou rayons r ſ, dont le point d'émergence eſt le plus éloigné du point A, ſoit plus grand que l'angle de refraction S R D du rayon S R, ces deux rayons émergens ſeront convergens, parallèles ou divergens entr'eux au ſortir de la ſphère, ſuivant que l'angle R C r au centre de la ſphère ſera plus petit, égal ou plus grand que la différence des angles de réfraction; & ſi, au contraire, l'angle de réfraction du rayon dont le point d'émergence eſt le plus éloigné du point A, eſt le plus petit, les deux rayons émergens ſeront toujours divergens entr'eux, D'où il s'enſuit que ſi des rayons parallèles tombent ſur

une sphère transparente, telle qu'une goutte d'eau, & sont réfléchis par la surface postérieure de cette sphère, de manière qu'entre les deux réfractions qui se font en entrant & en sortant de cette sphère, il y ait une réflexion intermédiaire; 1°. ceux de ces rayons dont la position est telle, qu'après avoir été réfractés en entrant dans la sphère, ils concourent vers un foyer placé au-delà de la surface postérieure de cette sphère, sortiront de la sphère après la seconde réfraction, divergens entr'eux; 2°. ceux de ces rayons qui concourent vers un foyer placé sur la surface postérieure de la sphère sortiront de cette sphère parallèles entr'eux; 3°. enfin, ceux de ces rayons dont le foyer est en dedans de la sphère, sortiront de cette sphère convergens entre eux, si l'arc compris entre les points d'incidence, sur la surface postérieure des rayons réfractés est plus petit que la moitié de l'arc compris entre les rayons incidens; &, au contraire, divergent si cet arc est plus grand que cette moitié.

Cela posé, il est clair, par la théorie de l'arc-en-ciel exposé ci-dessus, que les rayons qui émergent, divergeant entr'eux des gouttes de pluie, ne contribuent en rien à la production de ce phénomène, parce que ces rayons étant extrêmement rares, lorsqu'ils arrivent à l'œil, ne peuvent faire aucune impression sensible sur cet organe, & que les couleurs qu'on y remarque sont dues aux rayons qui émergeant des gouttes parallèles entr'eux, & arrivant à l'œil fort serrés, peuvent produire une sensation vive, & sont nommés efficaces pour cette raison. Mais, indépendamment de ces rayons efficaces, on voit aisément que parmi les rayons qui émergent convergens entr'eux des gouttes de pluye, ceux dont le point de convergence est très-proche de l'œil, arrivent à cet organe fort serrés entr'eux, & sont ainsi capables d'y produire une impression sensible. Mais, comme ce degré de convergence dépend du rapport qu'il y a entre les arcs compris entre les points d'incidence des rayons sur la surface antérieure & postérieure de la sphère, il s'ensuit que de tous les rayons qui émergent des gouttes avec un pareille degré de convergence, il ne parviendra à l'œil que ceux qui sortent des gouttes qui se trouvent situées à-peu-près dans un même plan. Ceux qui émergent sous le même angle des gouttes plus éloignées de l'œil, se croisant avant que d'arriver à l'œil, parviennent à cet organe divergens entr'eux, & par conséquent inefficaces: néanmoins, il peut en même temps émerger de ces gouttes des rayons moins convergens, ou, pour parler plus exactement, convergens vers un point plus éloigné, qui peuvent parvenir encore convergens à l'œil, & être par conséquent efficaces. L'arc produit par ses rayons sera au-dessous du premier, & d'autant plus que le plan des gouttes dont ils émergent, est plus éloigné du plan des premières gouttes; car la convergence dont il s'agit ici, est une affection produite dans les rayons par la situation relative des points d'émergence. Il suit de-là, 1°. qu'on doit voir plusieurs arcs colorés concentriques & semblables à l'arc principal intérieur qui doivent leurs origines aux rayons convergents dans leur émergence: tout ce qu'on vient de dire a lieu pour chaque espèce de rayons colorés en particulier. 2°. Ces arcs doivent être tous renfermés dans l'arc intérieur principal, puisque les rayons efficaces qui produisent ce dernier arc, font les plus grands angles qu'il est possible avec l'axe, & par conséquent la plus grande surface conique possible autour de la ligne d'aspect: donc les autres surfaces coniques, produites par les différentes espèces de rayons convergens qui peuvent être efficaces, sont renfermés dans celles-là, & par conséquent les cercles auxquels on rapporte ces rayons doivent être renfermés dans le cercle auquel on rapporte les rayons efficaces qui produisent l'arc principal. 3°. Ces arcs doivent être d'autant plus foibles & plus étroits, qu'ils sont plus éloignés de l'arc principal & plus proche du centre, à cause que la quantité des rayons qui émergent des gouttes, convergens entr'eux & parconséquent capables de pouvoir devenir efficaces, est d'autant moindre que ces gouttes sont plus éloignées de l'œil: ces rayons sont de plus moins serrés entr'eux, & il s'en perd beaucoup par l'interposition des autres gouttes qui se trouvent placées entre l'œil & les premières, & d'autant plus que ces gouttes sont plus reculées & plus éloignées de l'œil. 4°. Enfin, quoique ces arcs intérieurs soient parfaitement semblables à l'arc principal extérieur, pour les couleurs & pour l'ordre dans lequel elles sont rangées, ces couleurs ne doivent pas paroître avec autant d'évidence que dans cet arc principal, par la raison que ces arcs étant rangés relativement à l'œil, les uns au-dessous des autres, de manière qu'ils se recouvrent en partie & en descendent graduellement, la couleur rouge d'un de ces arcs doit coïncider avec la couleur jaune de l'arc supérieur: ce qui produit une couleur orangée qui se confond avec le rouge de l'arc supérieur & qui ne paroît en être que la continuation, la couleur jaune de l'arc inférieur se confondant avec la couleur verte de l'arc supérieur, & la couleur verte de l'arc inférieur se confondant avec la bleue, ces quatre espèces de couleurs doivent former du vert par leur mélange; ensorte qu'on ne doit guère distinguer dans ces arcs intérieurs que le rouge le vert & le bleu. Comme cette dernière couleur, par sa foiblesse & par sa position, est la plus sujète à être altérée & à se changer en vert, tandis que la force de la teinte rouge rend cette couleur la moins susceptible de changement, on ne doit plus voir dans les arcs les plus intérieurs que du rouge & du vert, comme effectivement on l'observe dans le phénomène en question.

La théorie précédente est confirmée par l'expérience: si l'on regarde l'arc-en-ciel intérieur au

travers de l'angle réfringent du prifme dont le tranchant foit parallèle & du même côté que la bande rouge, & qui foit incliné de maniere que les réfractions fe détruifent, l'arc-en-ciel intérieur paroîtra réduit à une bande blanche, & les autres arcs intérieurs paroîtront de même réduits à de petites bandes blanches fort étroites ; ce qui fait voir que ces arcs font produits par une caufe analogue à celle qui produit l'arc-en-ciel intérieur. De plus, fi l'on fait tomber fur le fpectre folaire, formé par un faifceau de rayons réfractés au travers d'un prifme & projetés fur une furface blanche un autre faifceau, réfracté au travers d'un prifme femblable au premier, placé dans la même fituation, & feulement un peu plus incliné, de manière que le rouge du fecond fpectre tombe fur le jaune du premier, le jaune du fecond fur le verd du premier, &c. l'affemblage de ces deux fpectres n'offrira plus, lorfqu'on le regardera d'un peu loin, (attendu le foibleffe des rayons violets) que du rouge du verd & du bleu ; & fi l'on fait coïncider de la même manière plufieurs fpectres placés ainfi graduellement un peu au-deffous les uns des autres, on ne verra plus à la longue dans ces affemblages de fpectres, que du rouge & du verd, comme dans les arcs qui accompagnent l'arc-en-ciel intérieur.

On devroit voir des arcs colorés, femblables aux précédens, autour de l'arc-en-ciel extérieur, à l'exception que leurs couleurs font dans un ordre renverfé. Ces arcs doivent leur origine aux rayons qui, parallèles dans leur incidence fur la furface d'une goutte de pluye, font tellement placés, qu'après s'être croifés en dedans de cette goutte, l'arc compris entre les points d'incidence de ces rayons fur la furface antérieure & à l'arc compris entre les points d'incidence fur la furface poftérieure des mêmes rayons réfractés dans un rapport plus petit que celui de trois à un, mais plus grand que celui de trois à deux ; enforte que ces rayons émergent de cette goutte, convergens entr'eux Comme en général les couleurs de l'arc-en-cie extérieur font foibles à raifon de la petite quantité de rayons qui peuvent le produire, & que ces arcs, par leur pofition, doivent fe trouver dans une partie des nuées qui eft affez éclairée, ils ne doivent paroître que difficilement, & on n'a pu encore les obferver avec précifion.

Au, refte on auroit tort de s'imaginer que les arcs dont on vient de parler puffent avoir pour caufe les rayons qui émergent efficaces après trois, quatre, cinq, &c. réflexions dans les gouttes de pluye ; car, indépendamment de ce que ces rayons font de beaucoup trop foibles pour pouvoir produire quelque impreffion fur la rétine, l'amplitude, la largeur & la pofition des arcs qu'ils produifent, ne s'accordent nullement avec celle des arcs qu'on vient d'éxaminer, comme on peut s'en convaincre aifémen par l'infpection de la table fuivante, calculée avec le plus grand foin, en fuppofant le diamètre du foleil de trente-deux minutes, & le rapport des finus des angles d'incidence & de réfraction des rayons rouges & violets, dont le paffage de l'eau dans le verre :: 138 : 183 : 185.

Ordre des arcs-en-ciel, ou nombre des réflexions.	*demi-amplitude.*	*largeur.*	*fituation.*
I.	rouge 43 d. 22 m. violet 40 d. 44 m.	2 d. 38 m.	à l'oppofite du foleil.
I I.	violet 53 d. 7 m. rouge 48 d. 46 m.	4 d. 21 m.	à l'oppofite du foleil.
I I I.	rouge 44 d. 32 m. violet 38 d. 40 m.	5 d. 52 m.	du même côté que le foleil.
I V.	violet 47 d. 26 m. rouge 40 d. 6 m.	7 d. 20 m.	du même côté que le foleil.
V.	rouge 56 d. 0 m. violet 48 d. 17 m.	8 d. 42 m.	à l'oppofite du foleil.

ARCHIMÈDE, né à Syracufe, 250 ans avant J. C., a été certainement le génie le plus profond dont l'antiquité puiffe fe glorifier. Il a fait un très-grand nombre de découvertes ; nous pafferons ici fous filence celles qu'il a faites dans la géométrie. On connoît la VIE D'ARCHIMEDE, dont nous parlerons à l'article de ce nom. Cette machine, une des plus ingénieufes qui exifte, fut inventée par lui dans le temps qu'il étoit en Egypte : elle fervit à rendre plufieurs parties de ce royaume habitables, en épuifant les eaux que les inondations du Nil y laiffoient en certains temps de l'année, dans quelques endroits plus bas. On lui doit encore l'*hydroftatique ;* il l'a créée en entier, & cette fcience ne paroît pas avoir fait des progrès fenfibles depuis cette époque. Voici l'occafion qui détermina Archimède à diriger fes recherches vers cet objet. Hiéron, roi de Syracufe, ayant donné un lingot d'or à un orfèvre pour lui faire une couronne, & foupçonnant que l'artifte auroit pu y mettre de l'alliage pour cacher le larcin qu'il auroit pu faire d'une partie de cet or, s'adreffa à Archimède, fon ami & fon parent, pour connoître la vérité, mais fans endommager la couronne dont le travail étoit fait avec beaucoup d'art.

Rien n'étoit plus difficile à trouver que la folution de ce problême ; mais fi le hafard le fervit bien, il faut avouer qu'il n'appartient qu'à des génies de cette trempe d'en profiter. Entrant un jour dans le bain, il remarqua, dit-on, que l'eau s'élevoit à proportion qu'il plongeoit fon corps dans l'eau. Cette fimple obfervation fut pour lui un

un trait de lumière; & transporté de joie, il courut tout nu chez lui, en criant : *Je l'ai trouvé, je l'ai trouvé.* En effet, si son corps avoit déplacé un volume d'eau égal au sien, tout autre corps devoit produire le même effet : une masse d'or & d'argent devoit conséquemment déplacer une plus grande quantité d'eau qu'une égale masse d'or, l'argent ayant plus de volume que l'or. Pesant donc la couronne dans l'eau avec une masse d'or de même poids, il vit bientôt que la couronne déplaçoit plus d'eau & perdoit davantage de son poids; d'où il conclut que la couronne n'étoit pas d'or pur, mais contenoit de l'alliage. C'est dans son ouvrage *de insidentibus humido*, qu'il a exposé les principes de l'HYDROSTATIQUE. Voyez cet article dans ce dictionnaire.

Il est le premier qui ait bien connu les loix de la mécanique, principalement celles de l'équilibre. De ce qu'il y a équilibre entre des poids égaux qui sont à égales distances du point d'appui, il en conclut avec raison que l'équilibre subsistera toujours entre des puissances placées à des distances du point d'appui réciproquement proportionnelles à leurs poids. On sait qu'il osa dire que s'il avoit un point fixe, il transporteroit l'univers, *da punctum, & movebo terram.* Nous développerons cette idée, & nous présenterons le détail du calcul à l'article LEVIER.

On a parlé d'une espèce de sphère mouvante qu'il avoit construite, & dont les cercles avoient les mêmes mouvemens que ceux du ciel.

Pendant que les Romains firent le siège de Syracuse sa patrie, par mer & par terre, les habitans ne furent rassurés contre les alarmes qui se renouveloient souvent, que par le génie d'Archimède. Il inventa un grand nombre de machines qui firent les plus grands dégâts dans l'armée de Marcellus. Tantôt il lançoit de gros blocs de pierre qui fracassoient les galères, tantôt il faisoit pleuvoir sur les assiégeans une infinité de traits qui les mettoient en déroute; d'autres fois, par le moyen d'une machine ingénieuse, il enlevoit les galères & les écrasoit contre les rochers en les laissant tomber : c'étoit une bascule armée à une extrémité d'une chaîne armée de crampons, qui, en tombant, accrochoient la galère.

Archimède inventa encore des miroirs ardens pour brûler la flotte des Romains, & il en réduisit plusieurs en cendre par ce moyen. Ce fait a été autrefois révoqué en doute, mais sans aucun vrai fondement, puisque la distance où les vaisseaux de Marcellus avoient pu être des murailles de la ville, n'étoit que de 30 pas, au rapport du P. Kirker, qui, en 1636, examina le local à Syracuse. Or, un miroir peut brûler à une distance bien plus grande; & on ne sauroit douter de cette vérité, puisque Proclus brûla les vaisseaux de Vitalien qui assiégeoit Constantinople; puisque Kirker & Buffon ont fait exécuter des miroirs qui produisoient des effets supérieurs, quant à la distance, à ceux d'Archimède. On sait que ces sortes de miroirs sont construits avec un grand nombre de miroirs blancs montés sur un châssis, de telle sorte, qu'ils réfléchissent tous vers un même point les rayons du soleil. *Voyez* CATOPTRIQUE, MIROIRS, MIROIRS ARDENS.

On n'aura pas de peine à croire, après avoir vu le récit de ces inventions, qu'Archimède ait soutenu seul le siège de sa patrie pendant trois ans. Sa résistance eût été bien plus longue, si ses concitoyens, cessant d'observer les manœuvres des Romains, ne se fussent abandonnés à la débauche, en célébrant la fête de Diane, & n'eussent fourni à Marcellus l'occasion de s'emparer de la ville par escalade. Le général Romain, pénétré d'admiration pour cet étonnant génie, ordonna en entrant dans la ville qu'on épargnât Archimède; mais celui-ci, fortement occupé de quelques opérations géométriques, ignorant la prise de la ville, fut tué par un soldat qui lui avoit ordonné de le suivre, & à qui il refusa d'obéir dans le moment. Marcellus lui fit élever aussi-tôt (l'an 208 avant J. C.) un tombeau sur lequel on grava un cylindre & une sphère, en mémoire d'une découverte qu'Archimède avoit faite & qui lui faisoit beaucoup de plaisir, celle du rapport de la solidité de la sphère & du cylindre circonscrit, qui est le même que celui de leurs surfaces, & qui est comme 2 à 3. Cicéron, tandis qu'il étoit questeur en Sicile, découvrit ce monument de la vénération de Marcellus pour Archimède.

Les anciens attribuoient à Archimède quarante inventions mécaniques; mais on n'en trouve plus que quelques-unes indiquées obscurément par les auteurs. La vis sans fin, la multiplication des poulies, passent aussi pour des découvertes d'Archimède, & peut-être fut-il le premier qui imagina la poulie mobile; car on ne trouve pas dans les mécaniques d'Aristote aucune disposition semblable. Tertullien paroît attribuer à Archiméde la construction d'une orgue hydraulique, dont on fait ordinairement honneur à Ctesibius.

ARCHIMÈDE. (*vis d'*) *Voyez* VIS D'ARCHIMÈDE.

ARCHITECTONIQUE. Ce terme est employé pour désigner, dit d'Alembert, ce qui donne à quelque chose une forme régulière, convenable à la nature de cette chose, & à l'objet auquel elle est destinée : ainsi la puissance PLASTIQUE, qui, selon quelques philosophes, change les œufs des femelles en créatures vivantes de la même espèce, est appelée par ces phylosophes *esprit architectonique.*

ARCHITECTURE. C'est l'art de bâtir. On en

distingue ordinairement de quatre espèces, savoir la *civile*, la *militaire* & la *navale*. La première est l'art de construire des édifices relatifs aux usages ordinaires de la vie; la seconde est l'art de fortifier les places de guerre; la troisième a pour objet la construction des vaisseaux; la quatrième, qui est l'ARCHITECTURE HYDRAULIQUE est (l'art de bâtir dans l'eau même, & de rendre l'usage des eaux plus aisé, plus commode & plus étendu. On parvient à ce but en construisant des ponts, des écluses, des digues, des moulins, des fontaines, des pompes, des réservoirs, &c. L'*architecture hydraulique* traite encore de tout ce qui sert à retenir la force de l'eau, pour empêcher qu'elle ne cause du dégât : de tout ce qui peut favoriser son cours naturel, comme lorsqu'on travaille à rendre les rivières navigables; de tout ce qui peut contribuer à la porter dans les endroits où l'on en a besoin, soit en détournant son cours, soit en l'élevant, pour la faire passer dans des réservoirs, & la distribuer de-là dans tous les endroits nécessaires.) On peut consulter sur cette science si intéressante l'*architecture hydraulique* de Belidor, ouvrage en 4 vol. in-4°. rempli de figures; & la nouvelle *architecture hydraulique* de M. de Proni, dont le premier volume a déjà paru, & qui fait partie de l'Encycl. méthod.

ARCHYTAS. C'est à ce philosophe Grec qu'on doit, selon plusieurs historiens, les premiers principes de cette partie de la physique qui porte le nom de mécanique : il inventa encore la poulie & la vis; il fit aussi une colombe artificielle qui imitoit le vol des oiseaux de ce nom. Ce philosophe de Tarente avoit également de grandes connoissances dans la géométrie, qui lui donnèrent l'idée de la mécanique, en appliquant la géométrie au mouvement. L'étude des sciences ne l'empêcha pas d'exercer de grands emplois, & il les remplit avec autant d'intelligence que d'intégrité. Archytas suivoit en beaucoup de points la doctrine de Pythagore. On le trouva mort sur les côtes de la Pouille, où un naufrage l'avoit jeté. Il florissoit 408 ans avant J. C.

ARCY, Patrice d'Arcy, naquit à Gallowai en Irlande, le 27 septembre 1725. Arrivé à Paris en 1739, il devint disciple de Clairaut, & fit dans les mathématiques des progrès rapides; mais bientôt la guerre vint l'enlever aux sciences. En 1749, après la paix, il lut à l'académie, quelques mémoires de géométrie. On connoît de lui un mémoire sur un électromètre que la répulsion électrique met en jeu. M. d'Arcy donna quelques mémoires sur l'artillerie, & un essai sur cette science, publié en 1760. Un des objets les plus importans étoit la connoissance de la poudre; ce savant imagina une éprouvette propre à donner des résultats précis; elle consistoit dans un canon suspendu à un pendule : on jugeoit de la force de la poudre par l'arc que le recul faisoit décrire à ce canon.

M. d'Arcy, pour mesurer la force des projectiles, a employé aussi un pendule contre lequel ces projectiles viennent frapper, & la grandeur des arcs décrits par ce pendule, donne les forces cherchées. Cette méthode que Robins a mise en usage, est préférable à celle où l'on voudroit juger des forces par les portées; & M. d'Arcy a rendu plus exacte la machine qu'il a imitée de Robins.

En 1765, ce savant donna un mémoire sur la durée de la sensation de la vue. Un charbon allumé, agité circulairement, produit l'apparence d'une roue de feu, une roue dentée qui tourne, ne présente qu'un cercle continu; une corde sonore qui vibre avec rapidité, paroît un losange; ces effets, connus de tous les temps, prouvent que nos sensations ont une durée plus grande que celle de l'action de leur cause; l'ébranlement produit dans l'organe, se prolonge après que le corps extérieur a cessé d'agir.

Personne n'avoit encore songé à soumettre au calcul ces observations, à déterminer la vitesse nécessaire pour produire ces apparences, & à mesurer par conséquent la durée de chaque impression instantanée; c'est l'objet que se proposa M. d'Arcy. Il trouva que pendant une nuit obscure, la sensation que produisoit un charbon allumé, duroit environ huit tierces. Si on fait tourner un cercle où il n'y ait qu'une ouverture, & que derrière on place un flambeau, ce flambeau demeure toujours visible, lorsque le cercle ne met que neuf tierces à faire sa révolution; plus l'objet a d'éclat & d'étendue, en un mot, plus son impression sur l'organe est forte, plus sa sensation a de durée, & moins il est nécessaire que le mouvement soit rapide. M. d'Arcy mourut le 18 octobre 1779.

ARCTIQUE. C'est l'épithète qu'on a donnée, 1°. au *pôle septentrional*, qu'on appelle encor *pôle boréal*, *pôle nord* : ce nom d'*arctique* qui, en grec, signifie *ourse*, a été donné à ce pôle, parce qu'il est très-proche de la dernière étoile de la queue de la constellation nommée la petite ourse.

Le nom d'*arctique* est encore employé pour désigner un des *cercles polaires*, celui qui est du côté de l'ourse. Ce *cercle polaire arctique* est un petit cercle, car il ne passe pas par le centre de la sphère; il est parallèle avec l'équateur, dont il est éloigné de 66 degrés 30 minutes; il n'est donc distant que de 23 degrés & demi du pôle arctique. Ce *cercle polaire arctique*, ainsi que l'*antarctique*, sont décrits par le mouvement des pôles de l'écliptique autour des pôles de l'équateur ou du monde, ce qui est la même chose. Le cercle polaire arctique sur la terre, sépare la zone glaciale de la zone tempérée; celle-ci est comprise entre le tropique du cancer & le cercle *arctique*; celle-la entre le pôle nord ou septentrional & ce même *cercle arctique*. *Voyez* ANTARCTIQUE & CERCLES POLAIRES.

ARÉOLE. Ce mot signifie petite, petite aire surface.

ARCTOPHYLAX ou *gardien de l'ourse.* Ces deux noms désignent la constellation du bouvier, ainsi appelé, parce qu'il se trouve près des deux ourses.

ARCTURUS; c'est une étoile de la première grandeur, qui est près du milieu de la constellation du bouvier; la queue de la grande ourse se dirige vers *arcturus.* Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette étoile, dit M. de la Lande, est le mouvement propre qu'on y observe, de quatre minutes par siècle, quantité dont cette étoile avance vers le midi & diminue de latitude; cet effet paroît venir d'un déplacement physique de cette étoile; il n'y en a aucune où il soit plus sensible.

ARDENT: (*miroir*) c'est un miroir concave, dont la surface est fort polie, & par lequel les rayons du soleil sont réfléchis & ramassés en un seul point, ou plutôt en un espace fort petit: par ce moyen, leur force est extrêmement augmentée; de sorte qu'ils brulent les corps sur lesquels ils tombent après cette réunion.

Verre ardent, est un verre convexe, appelé en latin *lens caustica.* Ce verre a la propriété de transmettre les rayons de lumière, & dans leur passage il les réfractent ou les incline vers son axe; & ces rayons, ainsi rompus & rapprochés de l'axe, se réunissent en un point ou à-peu-près en un point, & ont assez de force en cet état pour brûler les corps qui leur sont présentés. Ainsi il y a cette différence entre les miroirs & les verres ardens, que les premiers réunissent les rayons en les réfléchissant, & les autres en les brisant ou en les réfractant. Les rayons tombent sur la surface des miroirs ardens, & en sont renvoyés, au lieu qu'ils pénètrent la substance des verres ardens. Le point de réunion des rayons dans les miroirs & les verres ardens, s'appelle le *foyer. Voyez* LENTILLE & RÉFRACTION.

Les miroirs ardens dont on se sert sont concaves; ils sont ordinairement de métal: ils réfléchissent les rayons de lumière, & par cette reflexion, les inclinent vers un point de leur axe. *Voyez* MIROIR, RÉFLEXION. Quelques auteurs croyent que les verres convexes étoient inconnus aux anciens: mais on a cru qu'ils connoissoient les miroirs concaves. Les historiens nous disent que ce fut par le moyen d'un miroir concave, qu'Archimède brûla toute une flotte; & quoique le fait ait été fort contesté, on peut toujours tirer cette conclusion, que les anciens avoient connoissance de cette sorte de miroirs. On ne doute nullement que ces miroirs ne fussent concaves & métalliques, & on est persuadé qu'ils avoient leur foyer par réflexion. A l'égard des verres brûlans, M. de la Hire fait mention d'une comédie d'Aristophane, appelée *les Nuées*, dans laquelle Strepsiade fait part à Socrate d'un expédient qu'il a trouvé pour ne point payer ses dettes, qui est de se servir d'une pierre transparente & ronde, & d'exposer cette pierre au soleil, afin de fondre l'assignation, qui, dans ces temps, s'écrivoit sur de la cire. M. de la Hire prétend que la pierre ou le verre dont il est parlé dans cet endroit, qui servoit à allumer du feu & à fondre la cire, ne peut avoir été concave, parce qu'un foyer de réflexion venant de bas en haut, n'auroit pas été propre, selon lui, pour l'effet dont on a parlé ici, car l'usage en auroit été trop incommode; au lieu qu'avec un foyer de réfraction venant de haut en-bas, on pouvoit aisément brûler l'assignation. *Voyez Hist. acad. 1708.* Ce sentiment est confirmé par le scoliaste d'Aristophane. Pline fait mention de certains globes de verre & de crystal, qui, exposés au soleil, brûloient les habits, & même le dos de ceux sur qui tomboient les rayons. Et Lactance ajoute qu'un verre sphérique plein d'eau & exposé au soleil, allume du feu, même dans le plus grand hyver, ce qui paroît prouver que les effets des verres convexes étoient connus des anciens.

Cependant il est difficile de concevoir comment les anciens, qui avoient connoissance de ces sortes de verres ardens, ne se sont pas apperçus en même temps que ces verres grossissent les objets. Car tout le monde convient que ce ne fut vers la fin du treizième siècle que les lunettes furent inventée. M. de la Hire remarque que les passages de Plaute qui semblent insinuer que les anciens avoient connoissance des lunettes, ne prouvent rien de semblable: & il donne la solution de ces passages, en prouvant que les verres ardens des anciens étant des sphères, ou solides, ou pleines d'eau, le foyer n'étoit pas plus loin qu'à un quart de leur diamètre. Si donc on suppose que leur diamètre étoit d'un demi-pied, qui est, selon M. de la Hire, la plus grande étendue, qu'on puisse donner, il auroit fallu que l'objet fût à un pouce & demi d'éloignement pour qu'il parût grossi; car les objets qui seront plus éloignés ne paroîtront pas plus grands, mais on les verra plus confusément à travers le verre, qu'avec les yeux. C'est pourquoi il n'est pas surprenant que la propriété qu'ont les verres couvexes de grossir les objets, ait échappé aux anciens, quoiqu'ils connussent peut-être la propriété que ces mêmes verres avoient de brûler: il est bien plus extraordinaire qu'il y ait 300 ans d'intervalle entre l'invention des lunettes à lire & celle des télescopes. *Voyez* TÉLESCOPE.

Tout verre ou miroir concave rassemble les rayons qui sont tombés sur sa surface, & après les avoir rapprochés, soit par réfraction, soit par réflexion, il les réunit dans un point ou foyer; & par ce moyen, il devient verre ou miroir ardent; ainsi le foyer étant l'endroit où les rayons sont le plus rassemblés, il s'ensuit que si le verre ou le miroir est un segment d'une grande sphére, sa largeur ne doit pas contenir un arc de plus de

dix-huit degrés ; & si le verre ou le miroir est un segment d'une plus petite sphère, sa largeur ne doit pas être de plus de trente ; parce que le foyer contiendroit un espace trop grand, si le miroir étoit plus étendu : ce qui est vérifié par l'expérience.

La surface d'un miroir, qui est un segment d'une plus grande sphère, reçoit plus de rayons que la surface d'un plus petit : donc, si la largeur de chacun contient un arc de dix-huit degrés, ou même plus ou moins, pourvu que le nombre de degrés soit égal, les effets du plus grand miroir seront plus grands que ceux du plus petit ; & comme le foyer est vers la quatrième partie du diamètre, les miroirs qui sont des segmens de plus grande sphère, brûlent à une plus grande distance que ceux qui sont des segmens d'une plus petite sphère : ainsi, puisque l'action de brûler dépend de l'union des rayons, & que les rayons sont réunis, étant réfléchis par une surface concave sphérique quelle qu'elle puisse être, il n'est pas étonnant que même les miroirs de bois doré, ou ceux qui sont faits d'autres matières, puissent brûler. Zahn rapporte, dans son livre intitulé, *Oculus artificialis*, que l'an 1699, un certain *Neumann* fit à Vienne un miroir ardent de carton, & que ce miroir avoit tant de force qu'il liquéfioit tous les métaux.

Les miroirs ardens d'Archimède & de Proclus sont célèbres parmi les anciens. Par leur moyen, Archimède, dit-on, brûla la flotte des Romains qui assiégeoient Syracuse, sous la conduite de Marcellus, selon le rapport de Zonare, de Galien, d'Eustathe, &c. & Proclus fit la même chose à la flotte de Vitalien qui assiégeoit Bysance, selon le rapport du même Zonare. Cependant, quelque attestés que soient ces faits, ils ne laissent pas d'être sujets à de fort grandes difficultés. Car la distance du foyer d'un miroir concave est au quart de son diamètre : or, le père Kircher passant à Syracuse, & ayant examiné la distance à laquelle pouvoient être les vaisseaux des Romains, trouva que le foyer du miroir d'Archimède étoit au moins à trente pas; d'où il s'ensuit que le rayon du miroir devoit être fort grand. De plus, le foyer de ce miroir devoit avoir peu de largeur. Ainsi, il paroît difficile, selon plusieurs auteurs, que les miroirs d'Archimède & ceux de Proclus pussent avoir l'effet qu'on leur attribue.

L'histoire d'Archimède deviendra encore plus difficile à croire, si on s'en rapporte au récit pur & simple que nous en ont donné les anciens. Car, selon Diodore, ce grand géomètre brûloit les vaisseaux des Romains à la distance de trois stades; &, selon d'autres, à la distance de 3000 pas. Le père Cavalieri, pour soutenir la vérité de cette histoire, dit, que si des rayons réunis par la surface d'un miroir concave sphérique, tombent sur la concavité d'un connoïde parabolique tronqué, dont le foyer soit le même que celui du miroir sphérique, ces rayons réfléchis parallèlement à l'axe de la parabole, formeront une espèce de foyer linéaire ou cylindrique. M. Dufay ayant voulu tenter cette expérience, y trouva de grandes difficultés ; le petit miroir parabolique s'échauffe en un moment, & il est presque impossible de le placer où il doit être. D'ailleurs, l'éclat de ces rayons réunis qui tombent sur le miroir parabolique, incommode extrêmement la vue.

M. Descartes a attaqué dans sa dioptrique l'histoire d'Archimède : il y dit positivement, que si l'éloignement du foyer est à la largeur du verre ou du miroir, comme la distance de la terre au soleil est au diamètre du soleil (c'est-à-dire environ comme 100 est à 1), quand ce miroir seroit travaillé par la main des anges, la chaleur n'en seroit pas plus sensible que celle des rayons du soleil qui traverseroient un verre plan. Le pere Niceron soutient la même opinion. Voici sa preuve. Il convient que les rayons qui partent d'une portion du disque du soleil égale au verre ou au miroir qu'on y expose, seront exactement réunis à son foyer, s'il est elliptique ou parabolique : mais les rayons qui partent de tous les autres points du disque du soleil, ne peuvent êtres réunis dans le même point, & forment autour de ce point une image du disque du soleil, proportionnée à la longueur du foyer du verre. Lorsque ce foyer est très-court, c'est-à-dire, fort près du verre, l'image du soleil est fort petite; presque tous les rayons passent si proche du foyer, qu'ils semblent ne faire qu'un point lumineux : mais à mesure que le foyer s'éloignera l'image s'agrandira par la dispersion de tous ses rayons qui ne partent pas du centre du soleil, que je suppose répondre directement au foyer du miroir, & par conséquent cet amas de rayons, qui étant réunis dans un très-petit espace, faisoient un effet considérable, n'en fera pas plus que les rayons directs du soleil, lorsque l'éloignement du foyer sera tel qu'ils seront aussi écartés les uns des autres, qu'ils l'étoient avant que de rencontrer le verre. Ainsi parle le P. Niceron.

Cela peut être vrai, dit M. Dufay ; mais est-il sûr que les rayons qui viennent d'une portion du disque du soleil égale à la surface du verre, étant réunis au foyer, ne suffisent pas pour brûler indépendamment des autres ? M. Dufay reçut sur un miroir plan d'un pied en quarré l'image du soleil, & la dirigea de façon qu'elle allât tomber sur un miroir sphérique concave assez éloigné, qui réunissoit à son foyer tous les rayons qu'il recevoit parallèles ou presque parallèles ; & ces rayons devoient allumer quelque matière combustible ; le miroir sphérique a été porté à la distance de 600 pieds, & son foyer a encore été brûlant. Cependant le miroir plan qui recevoit le premier les rayons du soleil, étoit assez petit pour ne recevoir

de rayons parallèles que d'une petite partie de sa surface ou de son disque ; les inégalités inévitables de la surface du miroir faisoient perdre beaucoup de rayons ; ceux qui portoient l'image du soleil du miroir plan sur le miroir concave étoient si divergens, que cette image étoit peut-être dix fois plus grande & plus foible sur le concave que sur le plan ; & par conséquent ces rayons étoient fort éloignés du parallélisme ; enfin, ils étoient affoiblis par deux réflexions consécutives. Il paroît par-là que les rayons du soleil, tels qu'ils sont répandus dans l'air, conservent une grande force, malgré un grand nombre de circonstances désavantageuses ; & peut-être, ajoute M. Dufay, seroit-il permis d'appeler du jugement que Descartes a porté contre l'histoire d'Archimède. Il est vrai qu'afin qu'un miroir fût capable de brûler à une grande distance, il faudroit, s'il étoit parabolique, que la parabole fût d'une grandeur énorme & impraticable, puisque la paramètre de cette parabole devroit être quadruple de cette distance ; & si le miroir étoit sphérique, son rayon devroit être double de cette distance ; & de plus, son foyer auroit beaucoup d'étendue. Mais l'expérience de M. Dufay prouve qu'on peut porter avec un miroir plan à une assez grande distance l'image du soleil, dont les rayons seront peu affoiblis ; & si plusieurs miroirs plans étoient posés ou tournés de façon qu'ils portassent cette image vers un même point, il se pourroit faire en ce point une espèce de foyer artificiel qui auroit de la force. Ce fut ainsi, au rapport de Tzetzès, poète Grec, mais fort postérieur à Archimède, que ce célèbre mathématicien brûla les vaisseaux des Romains. Ce poète fait une description fort détaillée de la manière dont Archimède s'y prit pour cela. Il dit que ce grand géomètre disposa les uns auprès des autres plusieurs miroirs plans, dont il forma une espèce de miroir polygone à plusieurs faces ; & que par le moyen des charnières qui unissoient ces miroirs, il pouvoit leur faire faire tels angles qu'il vouloit ; qu'il les disposa donc de manière qu'ils renvoyassent tous vers un même lieu l'image du soleil, & que ce fut ainsi qu'il brûla les vaisseaux des Romains. Tzetzès vivoit dans le douzième siècle ; & il pourroit se faire que Proclus, qui vivoit dans le cinquième, eût employé une méthode semblable pour détruire la flotte de Vitalien. M. de Buffon, de l'académie royale des sciences de Paris, vient d'exécuter ce que Tzetzès n'avoit fait que raconter ; ou plutôt, comme il n'en avoit aucune connoissance, il l'a exécuté d'une manière différente. Il a formé un grand miroir composé de plusieurs miroirs plans d'environ un demi-pied en quarré ; chacun de ces miroirs est garni par derrière de trois vis, par le moyen desquelles on peut, en moins d'un quart d'heure, les disposer tous de manière qu'ils renvoyent vers un seul endroit l'image du soleil. M. de Buffon, par le moyen de ce miroir composé, a brûlé à 200 pieds de distance ; & par cette belle expérience, a donné un nouveau degré de vraisemblance à l'histoire d'Archimède, dont la plupart des mathématiciens doutoient depuis le jugement de Descartes. On pourra, selon toutes les apparences, brûler encore plus loin avec des glaces plus polies, & perfectionner de plus en plus une invention si curieuse, si utile même, & à laquelle les physiciens ne sauroient trop s'intéresser. *Voyez les Mémoires de l'Acad.* 1747.

Les plus célèbres miroirs ardens parmi les modernes, sont ceux de Septala, de Villette, de Tschirnhausen. Le miroir ardent de Manfredus Septala, chanoine de Milan, étoit un miroir parabolique, qui, selon Schot, mettoit le feu à des morceaux de bois, à la distance de 15 à 16 pas. Le miroir ardent de Tschirnhausen égale au moins le miroir de Septala pour la grandeur & pour l'effet. Voici ce qu'on trouve sur ce sujet dans les *Acta eruditorum* de Leipsic.

Ce miroir allume du bois vert en un moment ; ensorte qu'on ne peut éteindre le feu en soufflant violemment dessus.

2°. Il fait bouillir l'eau, ensorte qu'on peut très-promptement y faire cuir des œufs ; & si on laisse cette eau un peu de temps au foyer, elle s'évapore.

3°. Il fait fondre en un moment un mélange d'étain & de plomb de trois pouces d'épais : ces métaux commencent à fondre goutte à goutte, ensuite ils coulent continuellement, & en deux ou trois minutes la masse est entièrement percée. Il fait aussi rougir promptement des morceaux de fer ou d'acier, & peu après il s'y forme des trous par la force du feu. Une lame de ces métaux fut percée de trois trous en six minutes. Le cuivre, l'argent, &c. se liquéfient aussi quand on les approche du foyer.

4°. Il fait aussi rougir, comme le fer, les matières qui ne peuvent fondre, comme la pierre, la brique, &c.

5°. Il blanchit l'ardoise en un moment, & ensuite il la rend comme un verre noir assez beau ; & si on tire avec une tenaille une partie de l'ardoise lorsqu'elle est blanchie, elle se change en filets de verre.

6°. Il change les tuiles en verre jaune, & les écaille en verre d'un jaune noirâtre.

7°. Il fond en verre blanc une pierre ponce, tirée d'un volcan.

8°. Il vitrifie en huit minutes un morceau de creuset.

9°. Il change promptement des os en un verre opaque, & de la terre en verre noir.

Ce miroir avoit près de trois aunes de Leipſic de large ; ſon foyer étoit à deux aunes de diſtance de lui : il étoit de cuivre, & ſa ſubſtance n'avoit pas plus d'épaiſſeur que deux fois le dos d'un canif.

Un ouvrier de Dreſde, appellé *Gærtner*, a fait, à l'imitation du miroir de Tſchirnhauſen, de grands miroirs ardens de bois, qui, au grand étonnement de tout le monde, produiſent les mêmes effets.

Villette, ouvrier Français, de Lyon, a fait un grand miroir que Tavernier emporta & préſenta au roi de Perſe ; il en fit un ſecond pour le roi de Danemarck ; un troiſième, que le roi de France donna à l'académie royale des sciences ; & un quatrième, qui a été expoſé publiquement en Angleterre. Les effets de ce dernier, ſelon le rapport des docteurs Harris & Deſaguliers, ſont de fondre une pièce de ſix ſous d'argent en ſept minutes; de fondre l'étain en trois minutes, le fer en ſeize, l'ardoiſe en trois ; de calciner une écaille foſſile en ſept. Ce miroir a vitrifié un morceau de la colonne alexandrine de Pompée en parties noires, dans l'eſpace de 50 minutes, & en parties blanches dans l'eſpace de 54 : il fond le cuivre en 8 minutes; il calcine les os en 4, & les vitrifie en 33 ; il fond & change une émeraude en une ſubſtance ſemblable à celle d'une turquoiſe : il vitrifie des corps extrêmement durs, ſi on les tient aſſez long-temps au foyer; entre autres l'asbeſte, ſorte de pierre, qui réſiſte à l'action du feu terreſtre : mais quand ces corps ſont une fois vitrifiés, le miroir n'a plus d'effet ſur eux. Ce miroir a 47 pouces de large, & il fait portion d'une ſphère de 76 pouces de rayon ; deſorte que ſon foyer eſt à environ 38 pouces du ſommet. Sa ſubſtance eſt une compoſition d'étain, de cuivre, & de vif-argent. *Wolf. Catopt.*

Voici les effets du miroir ardent de l'académie, rapportés dans le *Journal des Savans de 1679, au mois de décem., pag. 322.* Le bois vert y prend feu dans l'inſtant ; une pièce de 15 ſous eſt trouée en 24 ſecondes, & un petit morceau de laiton en $\frac{6}{10}$ de ſeconde ; un morceau de carreau d'une chambre s'y vitrifie en 45 ſecondes ; l'acier eſt troué en $\frac{9}{10}$ de ſeconde ; la pierre à fuſil s'y vitrifie en une minute ; & un morceau de ciment en 52 ſecondes.

Ce miroir a environ 36 pouces de largeur ; ſon foyer occupe un eſpace rond, dont le diamètre eſt à-peu-près égal à celui d'un demi-louis, & il eſt éloigné du centre d'environ un pied & demi. *Ibid.*

Toute lentille convexe ou plane-convexe, raſſemble par réfraction en un point les rayons du ſoleil diſperſés ſur ſa convexité, & par conſéquent ces ſortes de lentilles ſont des verres ardens. Le verre le plus conſidérable de cette ſorte, étoit celui de M. Tſchirnhauſen : la largeur de la lentille étoit de 3 à 4 pieds; le foyer étoit éloigné de 12 pieds, & il avoit un pouce & demi de diamètre : de plus, afin de rendre le foyer plus vif, on raſſembloit les rayons une ſeconde fois par une ſeconde lentille parallèle à la première, qui étoit placée dans l'endroit où le diamètre du cône des rayons formés par la première lentille étoit égal à la largeur de la ſeconde ; de ſorte qu'elle les recevoit tous : le foyer qui étoit d'un pouce & demi, étoit reſſerré par ce moyen dans l'eſpace de 8 lignes ; & par conſéquent ſa force étoit augmentée dans la même proportion.

Parmi pluſieurs de ſes effets, qui ſont rapportés dans les *Acta eruditorum* de Leipſic, ſe trouvent ceux-ci.

1°. Il allume, dans un inſtant, du bois dur, même trempé dans l'eau.

2°. Il fait bouillir promptement de l'eau miſe dans un petit vaiſſeau ; il fond toutes ſortes de métaux; il vitrifie la brique, la pierre-ponce, la faïence ; il fait fondre dans l'eau le ſoufre, la poix, &c. il vitrifie les cendres des végétaux, les bois, & les autres matières ; en un mot, il fait fondre ou change en fumée, ou calcine tout ce qu'on préſente à ſon foyer; & il change les couleurs de tout les corps, à l'exception des métaux. On remarque que ſon effet eſt plus vif ſi on met la matière ſur laquelle on veut l'eſſayer ſur un gros charbon bien brûlé.

Quoique la force des rayons du ſoleil faſſe de ſi grands effets dans le verre ardent, cependant les rayons de la pleine lune ramaſſés par le même verre ou par un miroir concave, ne donnent pas le moindre dégré de chaleur.

Comme les effets du verre ardent dépendent entièrement de ſa convexité, il n'eſt pas étonnant que même des lentilles faites avec de l'eau glacée produiſent du feu, &c.

On peut aiſément préparer une lentille de cette ſorte, en mettant un morceau de glace dans une petite écuelle ou dans le ſegment creux d'une ſphère, & en le faiſant fondre ſur le feu juſqu'à ce qu'il prenne de lui-même la forme d'un ſegment.

M. Mariotte fit bouillir, pendant une demi-heure environ, de l'eau nette, pour en faire ſortir l'air, puis l'ayant fait glacer, & lui ayant fait prendre la forme convexe, il en fit un verre ardent qui alluma de la poudre fine.

Ceux qui ignorent la Dioptrique, ne doivent pas être moins ſurpris de voir le feu, & les autres effets qui ſont produits par le moyen de la réfraction de la lumière dans une bouteille de verre remplie d'eau. *Voyez* LENTILLE.

Un phénomène assez singulier du miroir ardent de Tschirnhausen, & probablement de tous les miroirs ardens, c'est que le miroir ardent a moins d'efficace dans les grandes chaleurs que dans les chaleurs ordinaires. Il n'avoit presque aucune force dans le chaud extrême de 1705, & quelquefois à peine a-t-il huit jours pleinement favorables dans tout un été. Peut-être les exhalaisons qui s'élèvent abondamment de la terre dans les grandes chaleurs, & qui causent dans la lumière ce tremblement & ces espèces d'ondulations qu'on y remarque de temps en temps, interceptent une grande partie des rayons, & les empêchent de tomber sur le miroir, enveloppent les rayons qui traversent le miroir, vont se réunir dans le foyer, & leur ôtent leur extrême subtilité nécessaire pour pénétrer un corps dur. Cet excès d'affoiblissement surpasse l'excès de force qui peut venir des grandes chaleurs. Cette conjecture est confirmée par deux observations de M. Homberg. Dans des chaleurs même ordinaires, lorsque le temps a été serein plusieurs jours de suite, l'effet du miroir n'est pas si grand que quand le soleil se découvre immédiatement après une grande pluie. Pourquoi? c'est que la pluie précipite les exhalaisons. Ainsi, mettez entre le miroir & le foyer un réchaut plein de charbon allumé, sous les rayons qui vont du miroir au foyer, & vous verrez que l'efficace des rayons sera considérablement affoiblie. Où s'affoiblit-elle, sinon en traversant les exhalaisons qui s'élèvent du charbon? Nous avons tiré cette dernière remarque de M. Formey.

Traberus a enseigné comment on faisoit un miroir ardent avec des feuilles d'or; savoir, en faisant tourner un miroir de bois concave, & enduisant également les côtés intérieurs avec de la poix, on couvre ensuite la surface concave du miroir avec des feuilles d'or taillées en carré de deux ou trois doigts de large. Il ajoute qu'on peut faire de très-grands miroirs avec 30, 40, ou un plus grand nombre de morceaux carrés de verre, qui seront joints & arrangés les uns auprès des autres dans une écuelle de bois. Les effets de ces miroirs, selon cet auteur, seront aussi grands que si la surface étoit parfaitement sphérique. *Ibid.* *Voyez* MIROIR.

On sait la propriété qu'a la parabole de réfléchir à son foyer tous les rayons qui tombent sur sa concavité, parallélement à son axe; d'où il s'ensuit que si d'un solide parabolique creux on retranche la portion qui contient le foyer, les rayons du soleil tombant sur ce solide parabolique, parallélement à l'axe, se réuniront à son foyer: ce qui donne un moyen facile d'avoir un miroir brûlant dont le foyer soit derrière lui à une distance donnée. *Voyez* PARABOLE.

De plus, comme tous les rayons qui partent du foyer d'une parabole, se réfléchissent parallélement à l'axe, & que ce parallélisme s'étend à l'infini, il s'ensuit que si on plaçoit une seconde parabole à une distance infinie de la première, de manière seulement que leur axe fût le même, les rayons réfléchis par la première parallélement à l'axe, iroient, après avoir frappé la seconde, s'assembler tous à son foyer; desorte qu'étant partis d'un point, ils se réuniroient dans un autre point infiniment éloigné.

Donc si le foyer de la première parabole étoit occupé par un corps bien chaud, comme par un charbon enflammé, toute sa chaleur se feroit sentir au foyer de la seconde parabole, quoiqu'infiniment distant. Voilà le pur géométrique; mais il est certain que le physique doit en rabattre beaucoup, & même infiniment, & que des rayons ne s'étendroient pas à l'infini dans l'air, ni même dans aucun milieu, sans perdre absolument leur force & leur chaleur. On n'aura donc un effet sensible qu'en plaçant les paraboles à quelque distance; & M. Dufay a trouvé que l'expérience réussissoit en plaçant ainsi deux miroirs paraboliques à 18 pieds de distance.

Il substitua aux miroirs paraboliques deux miroirs sphériques, l'un de 20 pouces de diamètre, l'autre de 17, & trouva qu'ils brûloient éloignés l'un de l'autre de 50 pieds, c'est-à-dire, trois fois plus que les paraboliques.

On peut conjecturer que cette grande supériorité des miroirs sphériques sur les paraboliques, vient d'un endroit qui paroît désavantageux pour les sphériques. Ces derniers n'ont pas, comme les paraboliques, un foyer exact qui ne soit qu'un point; mais aussi le charbon qu'on met au foyer, n'est pas un point. Si ce foyer est celui du miroir parabolique, tous les rayons qui ne sont pas partis du seul point du charbon placé au foyer, ne se réfléchissent point parallélement à l'axe, ne tombent point sous cette direction sur l'autre miroir, & par conséquent n'étant pas bien réunis à son foyer, ils brûlent peu; ou, ce qui revient au même, les deux miroirs ont besoin pour brûler d'être peu éloignés. Mais si le foyer où est le charbon, est celui d'un miroir sphérique, l'espace qu'occupe le charbon peut être en grande partie le même que le foyer du miroir: or tout ce qui part de ce foyer se réfléchit exactement parallèle.

Les miroirs paraboliques ayant fait un certain effet à une distance de 18 pieds, M. Dufay a trouvé que si on interposoit ensuite une glace plane des deux côtés, il falloit les rapprocher de dix pieds; ce qui marque une grande perte ou un grand affoiblissement de rayons causé par la glace: son épaisseur augmente très-peu cet effet; & par conséquent il vient beaucoup plus de rayons réfléchis à la rencontre de la glace; que de leur affoiblissement par le passage à travers son épaisseur.

De la paille allumée entre les deux miroirs, en diminue considérablement l'action ; ce qui revient à l'oservation de M. Homberg sur le grand miroir *ardent* du Palais-royal, qui agissoit beaucoup moins pendant de grandes chaleurs, que quand l'air venoit d'être rafraîchi par la pluie. Une partie des rayons réunis par le *miroir ardent*, étoient peut-être absorbés ou détournés de leur direction par les soufres répandus dans l'air pendant les grandes chaleurs ; & les soufres allumés qui font la flamme de la paille, produisoient apparemment, dans le cas dont il s'agit, un effet semblable.

Le vent même violent ne diminue point sensiblement l'action des miroirs, soit que sa direction soit précisement contraire à celle des rayons qui vont d'un miroir à l'autre, soit qu'il la coupe à angles droits.

Un charbon ayant été placé au foyer d'un verre convexe des deux côtés, d'où les rayons qui l'ont traversé en s'y rompant, sortoient parallèles, M. Dufay a reçu ces rayons sur la surface d'un miroir concave qui les réunissoit à son foyer : mais ces rayons n'ont pu brûler que quand le verre & le miroir n'ont été éloignés que de quatre pieds, tant les rayons se sont affoiblis en passant au-travers du verre. Et il faut bien remarquer que ces rayons sont ceux d'un charbon ; car ceux du soleil, ou ne s'affoiblissent pas ainsi, ou s'affoiblissent beaucoup moins : d'où M. Dufay conclut qu'il doit y avoir une grande différence entre le feu du soleil & nos feux ordinaires, dont les parties doivent être beaucoup plus massives, & plus sujettes à s'embarrasser dans des passages étroits.

Le P. Tacquet a observé que si on place une chandelle au foyer d'un miroir parabolique, l'image de cette chandelle reçue loin du miroir, ne paroît pas ronde, comme elle le seroit en effet si tous les rayons réfléchis étoient parallèles a l'axe; mais cette image a une figure semblable à celle de la chandelle, parce que la chandelle n'étant pas un point, les rayons qu'elle envoye ne se réfléchissent pas parallélement à l'axe du miroir parabolique.

On sait que la courbe nommée *ellipse* a cette propriété, que des rayons qui partiroient d'un de ses foyers, & qui tomberoient sur la concavité de cette courbe, se réuniroient tous à l'autre foyer. Cependant M. Dufay ayant mis un charbon au foyer d'un miroir elliptique travaillé avec tout le soin possible, & n'ayant pas eu égard à la grosseur de ce charbon, les rayons ne se sont jamais réunis en assez grand nombre à l'autre foyer, pour pouvoir brûler; mais lorsqu'au lieu d'un charbon il y mettoit une bougie allumée, les rayons se réunissoient exactement à l'autre foyer, & y causoient une chaleur sensible, mais n'avoient pas la force de brûler ; ce qui arrive de même avec les miroirs paraboliques, sans doute parce que les parties de la flamme sont trop déliées pour conserver long-temps leur mouvement dans l'air.

Si on met au foyer d'un miroir parabolique ou sphérique un charbon *ardent*, les rayons qui, après avoir rencontré le miroir, sont réfléchis parallélement à l'axe, ou à-peu-près, forment une espèce de cylindre, dans l'espace duquel on sent une chaleur à-peu-près égale à celle d'un poêle, & qui est sensible jusqu'à 20 ou 30 pieds; de façon qu'avec quelques charbons on pourroit échauffer une serre pour des plantes, ou quelqu'autre endroit d'une largeur médiocre : on pourroit aussi donner aux contre-cœurs des cheminées une forme sphérique ou parabolique, ce qui les rendroit beaucoup plus propres à renvoyer la chaleur, que les plaques ordinaires. Voyez *l'hist. & les mém. de l'acad. 1726.*

La physique, dit M. Macquer, dans un mémoire lu à l'académie des sciences, n'offre guère de phénomènes plus curieux, & en même-temps plus instructifs que ceux qui se manifestent lorsqu'on expose différens corps au foyer des grands verres ou miroirs brûlans. L'action cependant d'une quantité peu considérable en elle-même de rayons de soleil, réunis dans un plus petit espace, est si violente, qu'elle occasionne, en quelques secondes, des effets plus forts que ceux de tout autre feu, soutenu très-long-temps. Dès la naissance de la physique expérimentale, on fit, en conséquence de cette vérité, des miroirs & des verres brûlans, d'un grand diamètre & d'un grand effet. Les miroirs concaves de Villette, & les lentilles de Tschirnhausen devinrent bientôt célèbres par les belles expériences qu'on fit à leur foyer, qu'on a déjà fait connoître.

La vitrification de l'or au foyer d'une des deux grandes lentilles de Tschirnhausen, quoique donnée comme certaine par M. Homberg, fut ensuite regardée comme douteuse. M. Geoffroi, depuis M. Homberg, fit au foyer de cette même lentille, une suite d'expériences beaucoup plus exactes & plus circonstanciées sur les métaux, dont il rendit compte à l'académie des sciences, mais il ne parla ni de l'or ni de l'argent. La lentille dont il se servit est la grande lentille de Tschirnhausen, qui avoit appartenue à M. le duc d'Orléans, régent, & qui fit ensuite partie des machines que légua à l'académie, M. Pajot d'Ons-en-Bray.

MM. Macquer, Cadet, Brisson & Lavoisier, firent dans les mois d'août, septembre, octobre & novembre 1772, plusieurs expériences avec la lentille dont nous venons de parler, & avec une seconde lentille de Tschirnhausen, du même diamètre que celle de l'académie, c'est-à-dire, de trente-

trois pouces, & d'un foyer beaucoup plus court. Ayant exposé au foyer un grand nombre de fois de l'or très-fin & très-pur, en le mettant successivement sur des supports de différente nature, tels que des creusets d'argille réfractaire, des tessons de poterie de grès, de porcelaine pure, crue ou cuite, de pierre de grès très-réfractaire, & de charbon; ils obtinrent, dans presque toutes ces épreuves, des vitrifications de couleur brune pourprée à la surface de ce métal; néanmoins ils n'osèrent pas d'abord assurer positivement que ces vitrifications fussent dues à une portion de la substance même de l'or.

Ces académiciens observèrent encore, 1°. un cercle de couleur rouge pourprée sur le support de l'or, qu'ils obtinrent toujours de quelque nature que fût ce support; 2°. une fumée très-sensible, sortant certainement de ce métal, de même que de l'argent, & s'élevant quelquefois jusqu'à cinq ou six pouces, & qui sûrement n'est au moins en partie, qu'une portion de ces métaux même, réduits dans l'état vaporeux, puisqu'une lame d'argent fut très-bien dorée à cette seule fumée de l'or, de même qu'une lame d'or a été argentée à celle de l'argent; 3°. une rotation rapide de petits globes d'or & d'argent fondus au foyer qui leur parurent assez constamment dans les sens où elle devoit être, en supposant qu'elle eût pour cause une impulsion des rayons solaires; 4°. des faits importans sur les chaux & terres ferrugineuses. Aucune de celles de ces substances qui furent exposées au foyer ne se convertit en verre transparent, mais fut fondue en matière opaque de couleur de fer; & ce qu'il y a sur-tout de remarquable, c'est que toutes ces terres ferrugineuses, soit qu'elles fussent naturellement inaltérables par l'aimant, soit qu'elles eussent été rendues telles par les opérations chimiques les plus efficaces pour les dépouiller de principe inflammable; & enfin, quoique placées sur des supports de pierre de grès bien pur, bien calciné & incapable de leur fournir aucune matière inflammable, ont éprouvé une espèce de réduction de leur partie métallique, & sont devenues constamment très-attirables à l'aimant par la seule action du foyer; 5°. une multitude d'autres effets singuliers & inattendus de végétations, de crystallisations, de vitrifications, que leur ont présentés un grand nombre de pierres, de fossiles & de minéraux mis en expérience. Les *loupes* ou *lentilles* à eau, sont encore plus fortes que les verres ardens. *Voyez* LENTILLE A EAU, DIOPTRIQUE, VERRE.

ARDENT, signifie quelquefois une sorte de météore ignée qui ressemble à une lampe allumée. *Voyez* MÉTÉORE & FEU-FOLLET.

ARÉOMÈTRE. Ce mot qui vient du grec, ainsi qu'un grand nombre de ceux qui sont relatifs aux sciences, est dérivé d'*αραιὸς*, *tenuis*, & de *μετρον*, *mensura*, & il désigne un instrument de physique qui est propre à mesurer la densité ou pesanteur spécifique des fluides. On pense assez communément que l'aréomètre fut inventé vers la fin du quatrième siècle, par HYPATIE, fille de THEON, selon que nous l'apprend Sinesius Cyrénée dans sa quinzième lettre. Les anciens appeloient cet instrument *baryllion* ou *hygrobaroscope*; & ceux qui par état mesuroient chez les Romains, le poids des eaux, étoient appelés *barylistes* & *baryniles*. Quelques-uns ont donné le nom d'*hygromètre* à *l'aréomètre*; mais cette dénomination doit être ici rejetée, parce que ce nom est consacré à signifier un instrument bien différent, & dont nous parlerons au mot HYGROMÈTRE. C'est sur-tout dans l'étude des sciences qu'on doit observer de ne jamais exprimer le même objet par différens noms, ni de désigner diverses choses par les mêmes termes.

L'aréomètre est représenté dans la figure 262; il est composé d'une boule A, surmontée par un tube C D, & terminée en bas par un petit tube intermédiaire & une boule B, dans laquelle il y a du mercure, afin que l'instrument puisse se tenir verticalement, lorsqu'il est plongé dans un fluide, son centre de gravité étant de beaucoup au-dessous du centre de figure, & vers la partie inférieure. Cet instrument se fait ordinairement avec du verre soufflé à la lampe de l'émailleur. D'autre fois on le fabrique en métal. Le tube est divisé selon sa longueur, en différentes parties, soit par de petits boutons de verre qu'on y a soudés, soit par un tuyau de papier sur la circonférence duquel on a marqué une graduation convenable. Le haut du tube est fermé hermétiquement; on peut le terminer en anneau, afin de pouvoir le suspendre commodément.

Cet instrument étant plongé dans une liqueur, ne s'y enfonce pas en entier, parce qu'en le construisant, on a eu soin de le faire un peu plus léger qu'un égal volume de la liqueur qu'il déplace. Conséquemment on peut, par son moyen, évaluer la pesanteur d'un fluide, en observant sur les degrés de la graduation, le plus ou le moins de profondeur à laquelle l'aréomètre descend. Il descend davantage dans un fluide moins dense, & conséquemment plus léger: au contraire, il descend moins dans un fluide plus pesant, & qui a plus de densité. Si, par exemple, cet instrument s'enfonce dans l'eau jusqu'en C, il pourra, mis dans l'esprit-de-vin, descendre jusqu'en D; & de même s'arrêter au point du milieu entre C & D, s'il est plongé dans une liqueur dont la densité ou pesanteur spécifique soit moyenne entre l'eau & l'esprit-de-vin.

[En effet, c'est une loi générale, qu'un corps pesant s'enfonce dans un fluide, jusqu'à ce qu'il occupe dans ce fluide la place d'un volume qui lui soit égal en pesanteur: de-là il s'ensuit que

plus un fluide est dense, c'est-à-dire, plus il est pesant, plus la partie du fluide, qui sera égale en poids à l'*aréomètre*, sera d'un petit volume, & par conséquent le volume de fluide que l'*aréomètre* doit déplacer sera aussi d'autant plus petit, que le fluide est plus pesant : ainsi plus le fluide est pesant, moins l'*aréomètre* doit s'y enfoncer. Il doit donc s'enfoncer moins dans l'eau que dans le vin, moins dans le vin que dans l'eau-de-vie, &c., comme il arrive en effet.]

Cet instrument est plutôt un *aréoscope* qu'un véritable aréomètre; sa graduation étant arbitraire, il indique seulement qu'une liqueur est plus pesante qu'une autre, mais non précisément de combien de degrés réels elle est plus pesante. D'ailleurs, deux instrumens faits de cette manière, ne sont pas comparables entr'eux.

Aréomètre à poids. L'aréomètre dont on vient de parler, a été rendu plus exact & d'un usage plus étendu, en le construisant comme on le voit dans la *figure* 263. A est un globe léger & creux de similor, portant à sa partie inférieure un fil de cuivre B C, terminé en C par une vis pour y adapter successivement plusieurs petits poids de cuivre de différente pesanteur, tels que P, Q, R; la tige cylindrique D E, qui est également creuse, est divisée en 40 parties égales. « Cet instrument est construit de manière qu'étant chargé du poids P, qui tient le milieu entre les deux autres, & étant plongé dans de l'eau de pluie, il puisse descendre jusqu'en E, & qu'il descende jusqu'en D, si on le plonge dans un autre liquide qui pèse 40 grains de plus qu'un pareil volume d'eau de pluie; d'où il suit que si on le plonge dans différens liquides, suivant qu'il s'y enfoncera plus ou moins profondément, on pourra, à l'aide de l'échelle gravée sur la tige de cet instrument, juger de la pesanteur spécifique qui sera alors déterminée par grains. Si on substitue le petit poids R à la place de P, l'instrument étant plongé dans de l'esprit-de-vin, s'enfoncera jusqu'en E; mais lorsqu'on le plongera dans de bon esprit de froment, il descendra jusqu'à quelqu'un des degrés marqués entre D & E; d'où on pourra juger de la légèreté sphécifique des autres fluides spiritueux dans lesquels on le plongera, en considérant le nombre plus ou moins grand de degrés selon lesquels il s'enfoncera. Le troisième poids Q, qui est le plus pesant, s'adapte à cet instrument, lorsqu'il s'agit de déterminer la pesanteur spécifique des différentes saumures : de sorte que le même instrument peut servir à déterminer la pesanteur spécifique de toutes sortes de liqueurs, en changeant le poids qu'on y adapte. » *Muschenb.* tom. II, p. 230.

[Il faut apporter diverses précautions dans la construction & l'usage de cet instrument. 1°. Il faut que les liqueurs dans lesquelles on plonge l'aréomètre, soient exactement au même degré de chaleur ou de froid, afin qu'on puisse être sûr que leur différence de densité ne vient point de l'une de ces deux causes, & que le volume de l'aréomètre même n'en a reçu aucun changement.

2°. Que le col de l'instrument sur lequel sont marquées les gradations, soit par-tout d'une grosseur égale; car s'il est d'une forme irrégulière, les degrés marqués à égales distances, ne mesureront pas des volumes de liqueurs semblables en se plongeant; il sera plus sûr & plus facile de graduer cette échelle relativement à la forme du col, en chargeant successivement l'instrument de plusieurs petits poids bien égaux dont chacun produira l'enfoncement d'un degré.

3°. On doit avoir soin que l'immersion se fasse bien perpendiculairement à la surface de la liqueur, sans quoi l'obliquité empêcheroit de compter avec justesse le degré d'enfoncement.

4°. Comme l'usage de cet instrument est borné à des liqueurs qui diffèrent peu de pesanteur entr'elles, on doit bien prendre garde que la partie qui surnage ne se charge de quelque vapeur ou saleté, qui occasionneroit un mécompte, dans une estimation, où il s'agit de différences peu considérables. Et lorsque l'aréomètre passe d'une liqueur à l'autre, on doit avoir soin que sa surface ne porte aucun enduit qui empêche que la liqueur où il entre ne s'applique exactement contre cette surface.

5°. Enfin, malgré toutes ces précautions, il reste encore la difficulté de bien juger le degré d'enfoncement, parce que certaines liqueurs s'appliquent mieux que d'autres au verre; & qu'il y en a beaucoup qui, lorsqu'elles le touchent, s'élèvent plus ou moins au-dessus de leur niveau. Quand on se sert de l'aréomètre que nous avons décrit, il faut le plonger d'abord dans la liqueur la moins pesante, & remarquer à quelle gradation se rencontre sa surface; ensuite il faut le rapporter dans la plus dense, & charger le haut de la tige ou du col de poids connus, jusqu'à ce que le degré d'enfoncement soit égal au premier. La somme des poids qu'on aura ajoutés pour rendre cette seconde immersion égale à la première, sera la différence des pesanteurs spécifiques entre les deux liqueurs. *Leçons de physique* de l'abbé Nollet.]

Aréomètre de M. Homberg. Cet aréomètre dont on trouve la description dans les *Transactions philosophiques*, (n°. 262) & dans les *Mémoires de l'académie des sciences*, (année 1699, p. 46) consiste dans une bouteille de verre ou matras dont le col A B est si étroit, qu'une goutte d'eau y occupe cinq ou six lignes, voyez la *figure* 264. A côté de ce col est un petit tube capillaire D de la longueur de six pouces, & parallèle au col A B. Pour remplir ce vaisseau, on verse la liqueur par l'orifice A où est un entonnoir, jusqu'à ce qu'on aperçoive sortir la liqueur par l'orifice du tuyau D;

c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'elle soit dans le col A B, à la hauteur *e*, par exemple. Par ce moyen, on aura toujours le même volume ou la même quantité de liqueur, & conséquemment on pourra trouver, par le moyen d'une balance, quelle est, parmi les différentes liqueurs dont on aura rempli cet aréomètre, celle dont la pesanteur absolue est la plus grande, ou qui pèse le plus.

[Il faut avoir quelque égard à la saison de l'année, & au degré de chaleur ou de froid qui règne dans l'air; car il y a des liqueurs que la chaleur raréfie, & que le froid condense beaucoup plus que d'autres, & qui occupent plus ou moins d'espace, selon qu'il fait plus ou moins chaud ou froid. *Voyez* PESANTEUR SPÉCIFIQUE, RARÉFACTION, &c.

A l'aide de cet instrument, son savant auteur a construit la table suivante, qui montre, tant pour l'été que pour l'hiver, les différentes pesanteurs spécifiqnes des fluides, dont l'usage est le plus ordinaire en Chimie.

ARÉOMÈTRE	PESÉ EN ÉTÉ,			EN HIVER.		
plein de	*onc.*	*drag.*	*gr.*	*onc.*	*drag.*	*gr.*
Vif-argent.	11	00	06	11	00	32
Huile de tartre.	01	03	08	01	03	31
Esprit d'urine.	01	00	32	01	00	43
Huile de vitriol.	01	03	58	01	04	03
Esprit de nitre.	01	01	40	01	01	70
Sel.	01	00	39	01	00	47
Eau-forte.	01	01	38	01	01	55
Esprit-de-vin.	00	06	47	00	06	61
Eau de rivière.	00	07	53	00	07	57
Eau distillée.	80	07	50	00	07	54

L'instrument vuide pesoit une dragme vingt-huit grains.

Une autre méthode pour connoître le degré de pesanteur d'un fluide, est de suspendre une masse de verre massif & de figure ronde à un crin de cheval, que l'on attache au-dessous d'un petit plat: cette masse ainsi suspendue en l'air à une balance bien juste, demeure en équilibre avec un poids fait en forme de bassin, & suspendu à l'autre bras de la balance; on plonge ensuite le corps de verre dans la liqueur dont on veut examiner la pesanteur, & sur le champ l'autre bras de la balance s'élève & devient plus léger, parce que le corps de verre a perdu dans la liqueur une partie de son poids: on met ensuite sur le petit plat auquel le crin de cheval est attaché, autant de poids qu'il en faut pour que l'équilibre soit rétabli; & ces poids ajoutés indiquent ce que la masse de verre a perdu de son poids dans la liqueur: or, le poids que ce corps a perdu est égal au poids d'un pareil volume de la liqueur; donc on connoît par-là ce que pèse un volume de la liqueur égal à celui du petit corps de verre.

M. Muschembroek paroît préférer cette dernière méthode à toutes les autres qu'on a imaginées pour peser les liqueurs. Il prétend que la méthode de M. Homberg en particulier a ses inconvéniens, parce que la vertu attractive du tuyau étroit fait que la liqueur y monte plus haut que dans le col large; & comme les liqueurs ont une vertu attractive différente, il devra y avoir aussi une grande différence entre leurs hauteurs dans le col large, lorsqu'elles se seront élevées jusqu'à l'orifice du tuyau étroit.]

Aréomètre de Farenheit. L'aréomètre qui porte le nom de Farenheit, ne diffère des aréomètres ordinaires que par une espèce de godet qu'il porte à sa surface supérieure. Voyez la *figure* 265. Il est fondé sur ce que si on met au haut de la tige d'un aréomètre ordinaire quelque petite lame de métal, &c. il s'enfonce plus avant, quoique dans la même liqueur. [En effet, la partie plongée de l'aréomètre soulève autant de liqueur qu'il en faut, pour faire équilibre à l'instrument entier. S'il pèse une once, par exemple, il soulève moins d'eau que de vin, quant au volume, parce qu'il faut plus de vin que d'eau pour le poids d'une once; & comme il ne fait monter la liqueur qu'en s'enfonçant, il doit donc plonger plus avant dans celle qui est la plus légère. Si l'on augmente le poids de l'aréomètre par l'addition de quelque lame de métal, ou autrement, il s'enfonce plus avant, quoique dans la même liqueur; parce qu'alors il en faut une plus grande quantité pour lui faire équilibre.]

L'aréomètre de Farenheit est composé d'une boule B, d'un petit globe S, plein en partie de mercure, d'une tige A C, & d'un godet ou bassin D E, dans lequel on met plusieurs petits poids pour faire enfoncer l'aréomètre dans une liqueur, jusqu'à ce que la surface de celle-ci corresponde a une petite marque *a*, qui ordinairement est un petit grain d'émail. Ceci supposé, on plongera cet instrument, dont on doit préalablement connoître le poids, dans de l'eau distillée, & on mettra successivement dans le bassin des petits poids, jusqu'à ce que son enfoncement coïncide au grain d'émail *a*: alors la somme du poids de l'aréomètre & de ceux qui sont dans le bassin D E, est égale au poids d'un volume d'eau déplacé par l'aréomètre. On répétera cette opération, qui est très-simple, sur toute autre liqueur dont on voudra connoître la pesanteur spécifique, & l'instrument indiquera de la même manière cette pesanteur. Puisque l'enfoncement de l'aréomètre est toujours le même, savoir, jusqu'au même point, (le grain d'émail) les deux volumes sont

donc égaux ; & la différence de leurs poids doit donner celle de leurs pesanteurs spécifiques, ou le rapport de leur densité. Pour cet effet, on fera cette proportion : *la pesanteur spécifique de cette liqueur est à celle de l'eau, comme le poids du volume de cette liqueur, mesuré par l'aréomètre, est au poids du volume d'eau, aussi mesuré par l'aréomètre.* Ce qu'on vient d'établir ici, sert à expliquer divers faits. Si tous les corps qui flottent s'enfonçent plus ou moins, suivant la densité du fluide, une barque chargée en mer aura donc moins de parties hors de l'eau, si elle vient à remonter une rivière ; car l'eau salée pèse plus que l'eau douce, & les nageurs assurent qu'ils en sentent bien la différence. On doit donc avoir égard à cet effet, & ne pas rendre la charge aussi grande qu'elle pourroit l'être, si l'on prévoit qu'on doive passer par une eau moins chargée de sel, que celle où l'on s'embarque. On a vu quelquefois des îles flottantes, c'est-à-dire, des portions de terre assez considérables qui se détachent du continent, & se trouvant moins pesantes que l'eau, se soutiennent à la surface, & flottent au gré des vents. L'eau mine peu-à-peu certains terreins, qui sont plus propres que d'autres à se dissoudre : ces sortes d'excavations s'augmentent avec le temps, & s'étendent au loin ; le dessus demeure lié par les racines des plantes & des arbres, & le sol n'est ordinairement qu'une terre bitumineuse, fort légère ; de sorte que cette espèce de croûte est moins pesante que le volume d'eau sur lequel elle est reçue, quand un accident quelconque vient à la détacher de la terre ferme, & à la mettre à flot. L'exemple de l'aréomètre fait voir encore qu'il n'est pas besoin, pour surnager, que le corps flottant soit d'une matière plus légère que l'eau ; car cet instrument ne se soutient point en vertu du verre ou du mercure dont il est fait, mais seulement parce qu'il a, avec peu de solidité, un volume considérable qui répond à une quantité d'eau plus pesante. Ainsi l'on pourroit faire des barques de plomb, ou de tout autre métal, qui ne s'enfonceroient pas. Et en effet, les chariots d'artillerie portent souvent à la suite des armées, des gondoles de cuivre, qui servent à établir des ponts pour le passage des troupes.

Aréomètre de Baumé pour les sels & pour les liqueurs spiritueuses. Cet instrument est un aréomètre ordinaire, fait en verre, comme on le voit dans la *figure* 266. On le gradue de la manière suivante : on marque *zéro* à l'endroit du tube où il cesse de s'enfoncer dans l'eau pure ; c'est le premier terme de la graduation qui doit se trouver vers l'extrémité supérieure de ce tube. On obtient le second terme, en préparant une eau salée, dans laquelle on fait dissoudre quinze livres de sel marin très-sec & très-pur, dans quatrevingt-cinq livres d'eau, ce qui forme cent livres de liquide. On simplifie cette opération, en n'employant que quinze onces de sel, & quatrevingt-cinq onces d'eau, car le rapport est le même. Ensuite on plonge l'instrument dans cette liqueur à une température déterminée, (car lorsque la liqueur est plus froide l'instrument s'y enfonce moins.) Quand l'aréomètre cesse de s'y enfoncer, on marque cet endroit sur le tube, & on y le chiffre *quinze degrés*, ce qui forme le second terme de la graduation.

Après cette opération, on divise l'intervalle qui se trouve entre ces deux termes, en portions égales qui sont autant de degrés. Cet intervalle ainsi divisé peut servir d'étalon pour diviser de la même manière la partie inférieure du tube, à laquelle on a eu soin de donner, en la formant, assez de longueur. Pour cet effet, on prend avec un compas la distance de zéro à 15, que l'on reporte en bas & que l'on divise de même ; ce qui donne 30 degrés sur l'instrument. On peut ainsi augmenter le nombre des degrés jusqu'à 80, si on le juge à propos, quoiqu'on n'ait jamais occasion de s'en servir.

Comme il n'est pas aisé d'avoir des tubes parfaitement cylindriques, on y remédiera, en formant les degrés de l'aréomètre les uns après les autres. Ainsi on prendra une livre de sel qu'on fera dissoudre dans quatre-vingt-dix-neuf livres d'eau ; & l'endroit où l'aréomètre plongé dans cette liqueur s'arrêtera, formera le premier degré. Pour marquer le second degré, on fera dissoudre deux livres du même sel, dans quatre-vingt-dix-huit livres d'eau : pour le troisième degré, on prendra trois livres de sel, & quatre-vingt-dix-sept livres d'eau, & ainsi de suite, jusqu'à ce que l'on soit parvenu à graduer entièrement l'aréomètre, en diminuant toujours la quantité de l'eau, d'autant de livres que l'on ajoute de livres de sel. Toutes ces opérations doivent se faire dans une cave, & il faut y laisser les liqueurs assez de temps, pour qu'elles en prennent la température, qui est de dix degrés au-dessus de la congélation. Pendant l'opération, il faut prendre garde qu'il n'y ait aucune évaporation, qui diminueroit la quantité d'eau, de sorte que les proportions ne se trouveroient plus.

Ce procédé sert à construire un aréomètre pour connoître le degré de rectification des liqueurs spiritueuses. Afin de le construire, il faut deux liqueurs propres à fournir deux termes ; l'un sera l'eau pure, & l'autre cette eau chargée d'une quantité déterminée de sel. On prépare cette dernière liqueur, en prenant dix onces de sel marin purifié & bien sec : on les met dans un matras ; & après avoir versé par-dessus quatre-vingt-dix onces d'eau pure, on agite le matras, afin de faciliter la dissolution du sel.

Lorsque le sel est dissous dans l'eau, on prend un aréomètre disposé comme le précédent, & suffisamment chargé de mercure : on le plonge dans cette liqueur ; il doit s'y enfoncer à deux ou trois lignes au-dessus de la seconde boule ; s'il s'y

enfonce trop, on ôte un peu de mercure de la petite boule; s'il ne s'enfonce pas assez, on en ajoute suffisamment. Lorsqu'il s'enfonce convenablement, on marque *zero* à l'endroit où il s'arrête, cela forme le premier terme, comme on le voit dans la *figure* 267 en A. Ensuite on enlève l'instrument, on le lave & on le plonge dans de l'eau distillée: on marque dix degrés à l'endroit où il s'est fixé B; cela forme le second terme de la graduation. Ensuite on divise en dix parties égales, l'espace compris entre ces deux termes, ce qui donne dix degres. Ces degrés servent d'étalon pour former les autres de la partie supérieure du tube. On donne l'étendue de cinquante degrés à cette échelle, ce qui est suffisant.

Les degrés de cet aréomètre ont un usage inverse de celui qui sert aux liqueurs salines; car l'aréomètre propre aux sels, annonce une eau d'autant plus riche en sel, qu'il s'enfonce moins dans cette eau. Celui-ci, au contraire, annonce une liqueur d'autant plus riche en esprit, qu'il s'enfonce davantage dans les liqueurs spiritueuses.

Aréomètre de Cartier. Cet instrument de comparaison est en argent, & ne diffère pas essentiellement de celui de M. Baumé. Sa forme, selon l'auteur, ressemble à un fuseau; son corps rond & alongé se termine en pointe: il est surmonté d'un tube divisé en progression arithmétique; & sa division comprend 33 degrés. Le premier degré marqué par le n°. 10, désigne l'eau de rivière pure. Le vingt-unième degré est le terme où finit l'eau-de-vie simple. Le vingt-deuxième & le trente-troisième renferment l'eau-de-vie rectifiée; & l'esprit-de-vin comprend le trente-quatrième degré & au-delà.

La température influant sur les liqueurs, la chaleur les raréfiant & le froid les condensant, il est de toute nécessité que l'aréomètre enfonce plus ou moins dans la même liqueur, à proportion qu'elle est plus ou moins raréfiée. Le dixième degré au-dessus de la congélation du thermomètre de M. de Réaumur, est le degré de température fixé pour la vérification des eaux-de-vie simples, & c'est à ce degré qu'il est conséquemment nécessaire de les ramener.

Avant de faire usage de l'aréomètre, il faut mettre dans un vase la liqueur que l'on veut essayer, y laisser pendant quelques minutes le thermomètre, pour s'assurer de sa température: si la liqueur du thermomètre est au-delà du dixième degré fixé par la construction, alors en mettant le vase qui contient l'eau-de-vie, dans de l'eau froide, il est aisé de la rafraîchir, jusqu'à ce que le thermomètre, que l'on laisse toujours dedans, marque le dixième degré au-dessus de la congélation. Si au contraire c'est en hiver, & que la liqueur soit froide, on l'échauffe jusqu'à ce que le thermomètre soit monté au dixième degré; alors on plonge l'aréomètre dans la liqueur, & on voit le degré de son enfoncement. Il faut prendre garde seulement que l'immersion se fasse perpendiculairement, & que l'instrument n'ait point contracté d'adhérence avec quelques parties grasses qui arrêteroient son enfoncement.

Dans les vérifications ordinaires, pour n'être pas obligé de ramener les eaux-de-vie à la température fixée par la loi, il suffit de savoir que dix degrés de chaleur au-dessus du degré fixé pour la vérification, raréfient toutes les eaux-de-vie simples, de façon que l'aréomètre s'y enfonce d'un degré de plus, & que dix degrés au-dessous de celui fixé pour la vérification, condensent ces eaux-de-vie, de façon que l'aréomètre s'y enfonce d'un degré de moins.

Pour les esprits-de-vin, c'est-à-dire, depuis le trente-troisième degré, dix degrés de chaleur augmentent l'enfoncement de l'aréomètre d'un degré & demi, & dix degrés de froid diminuent son enfoncement d'un degré & demi.

Si, par exemple, c'est en été, & que l'on veuille connoître le degré de force d'une eau-de-vie, on commence par y mettre le thermomètre: si, après quelques minutes, le thermomètre marque le vingtième degré au-dessus de la glace, c'est-à-dire, dix degrés au-dessus de la température fixée par la loi, & que l'aréomètre s'y enfonce jusqu'au vingt-deuxième degré, on peut dire, sans craindre de se tromper, que cette eau-de-vie est au vingt-unième degré, prise au dixième degré de température. Si dans un esprit-de-vin pris au vingtième degré de chaleur, l'aréomètre s'y enfonce jusqu'au trente-quatrième degré & demi, on peut dire que c'est de l'eau-de-vie rectifiée du trente-troisième degré. Si au contraire la vérification se fait en hiver, & que la température de la liqueur soit à la glace, c'est-à-dire, dix degrés au-dessous du tempéré, alors il faut compter un degré pour toute les eaux-de-vie simples, & un degré & demi pour les esprits-de-vin, de plus que n'en présente l'aréomètre. Ainsi une eau-de-vie qui, examinée à la glace, ne donneroit que vingt-un degrés à l'aréomètre, seroit une eau-de-vie du vingt-deuxième degré, & conséquemment dans la classe des eaux-de-vie rectifiées; de même une eau-de-vie qui, à cette température, c'est-à-dire, à la glace, ne laisseroit enfoncer l'aréomètre que jusqu'au trente-troisième degré, seroit un esprit-de-vin; puisque cette liqueur, au dixième degré de la température, donne à l'aréomètre trente-quatre degrés & demi.

Cet aréomètre étant fort en usage dans le commerce, il étoit à propos de dire quelque chose sur la manière de s'en servir, d'autant plus que cela peut être appliqué, proportion gardée, aux autres aréomètres.

Aréomètre de M. le Raz de Lanthenée. M. le Raz

fit imprimer en 1769, à Paris, un essai sur une méthode de rendre les aréomètres ou pèse-liqueurs comparables. Ce petit mémoire, de 32 pages in-12, qui fut alors distribué parmi les savans, avoit été présenté, selon que le dit l'auteur, à l'académie des sciences, avant que M. de Montigny & M. Lavoisier eussent lu des mémoires sur la même matière. Le principe sur lequel ce physicien se fonde, est cette vérité hydrostatique, que le poids d'un volume de liqueur déplacé par un corps qui y flotte, est toujours égal au poids total de ce corps ; d'où il conclut que deux aréomètres de même matière, de même forme & d'un poids égal, déplaceroient, dans la même liqueur ou dans des liquides de différentes espèces, des volumes de liqueurs également pesans.

« Que ces pèse-liqueurs, dit M. le Raz, quels que soient leurs volumes, pèsent 600 grains, par exemple, & qu'ils soient successivement plongés dans la même eau, ils en déplaceront chacun un volume qui pesera 600 grains. Que l'on fasse une marque sur leur tige au terme de leur immersion, & qu'on les plonge ensuite dans une liqueur moins dense, dans de l'esprit-de-vin, par exemple, les volumes déplacés sont encore de 600 grains ; mais à cause de la différente densité de ces liqueurs, les instrumens s'enfonceront davantage dans la seconde que dans la première. Faites une nouvelle marque, pour indiquer la profondeur de cette seconde immersion ; divisez ensuite en parties égales l'espace compris entre les deux marques, & continuez cette division sur la longueur de la tige ; il est évident que, plongés dans la même liqueur, leur enfoncement, plus ou moins grand, mais toujours proportionnel, sera annoncé par le même nombre de degrés de leur échelle. Voilà donc déjà deux pèse-liqueurs ou deux aréomètres comparables entr'eux. »

S'agit-il de régler & de graduer deux aréomètres, dont le poids soit encore de 600 grains? qu'on le plonge dans un vase rempli en partie d'eau de pluie distillée, & que ce vase soit lui-même plongé dans un vaisseau plus grand, contenant d'eau ordinaire & de glace pilée, pour réduire l'eau distillée à la température de cinq degrés, échelle de Réaumur. Si on marque alors sur la tige de chacun de ces instrumens le point de leur immersion, on aura un terme fixe qu'on retrouvera facilement en tout temps. Pour avoir un second terme également fixe, l'eau du vaisseau étant toujours à la même température, on chargera les aréomètres, par exemple, d'un poids de 40 grains chacun : alors ils prendront un nouvel enfoncement proportionnel & relatif à la charge qu'on leur aura ajoutée ; on marquera exactement ce point, & on divisera l'espace compris entre les deux immersions en 40 parties égales : après, la division sera continuée sur toute la longueur des tiges qu'on suppose bien cylindriques, & on aura de cette manière deux aréomètres très-comparables l'un à l'autre. Il est inutile d'observer que l'addition du poids équivaut à une diminution proportionnelle de densité dans le liquide dans lequel ils sont plongés.

L'eau, dans toutes les constructions d'aréomètres, a toujours été prise pour la mesure commune des autres liqueurs. Sa pesanteur spécifique étant regardée comme l'unité, celles des autres liqueurs en sont conséquemment des parties fractionnaires. Pour éviter le petit embarras qui en résulte, M. de Lanthenée considère cette unité comme composée elle-même d'un certain nombre de parties, par exemple, de mille : c'est pourquoi il prescrit de former des aréomètres de mille grains. Ces instrumens étant plongés dans l'eau avec les conditions précédentes, on écrit le nombre 1000 au niveau de la première immersion, & on divise le reste de leurs tiges en parties égales entr'elles, & dont le nombre doit être le même que celui des grains, dont la charge produit le second enfoncement. Ces parties expriment alors les différences des volumes déplacés, & conséquemment leur densité ou leur pesanteur spécifique.

L'aréomètre dont on vient de parler, plongé dans l'eau distillée à 5 degrés de température, déplaceroit certainement un volume de liquide qui peseroit mille grains, & conséquemment s'enfonceroit dans ce liquide jusqu'au nombre 1000. Si on le plongeoit ensuite dans une liqueur moins dense, il en déplaceroit encore mille grains ; mais l'enfoncement y seroit plus grand. Supposons, avec ce physicien, que son immersion le portât au nombre 1020, il déplaceroit dans cette liqueur $\frac{20}{1000}$ de volume en sus, par conséquent les deux volumes déplacés seroient entr'eux comme 1000 à 1020. Comme leurs pesanteurs spécifiques sont en raison réciproque de leurs volumes, celle de l'eau distillée seroit à celle de l'autre liqueur, comme 1000 : 980 $\frac{400}{1020} = \frac{20}{51}$.

On observera, 1°. qu'il n'est pas absolument nécessaire que les liqueurs employées soient refroidies par la glace ; cette condition est prescrite seulement, lorsqu'il s'agit de la construction des aréomètres ; il suffit seulement, pour l'usage ordinaire, que les liqueurs soient à la même température, comme il arrive lorsqu'elles ont été environ une demi-heure dans le même lieu. 2°. Que toutes les liqueurs n'étant point également dilatables au même degré de chaleur, & que leurs pesanteurs spécifiques variant sensiblement d'un degré à un autre, sans qu'il soit possible d'assigner la progression selon laquelle ces changemens arrivent, il est cependant nécessaire, pour une exactitude parfaite, que dans le service de cet instrument, les liqueurs soient réduites à la température employée pour la graduation, c'est-à-dire, de cinq degrés.

Tous les ouvriers n'étant pas également habiles,

on peut supposer que les aréomètres construits selon la méthode de M. le Raz, ne seront pas tous du poids de mille grains. Pour remédier à ce défaut, s'il arrivoit, ce physicien propose le moyen suivant : On fera une proportion dont les trois premiers termes seront, 1°. les mille grains que l'instrument devroit peser; 2°. le poids du pèse-liqueur donné; 3°. le poids dont on s'est servi dans le pèse-liqueur de mille grains, pour produire le second enfoncement. Supposons, par exemple, qu'un aréomètre ne pèse que huit cents grains, & qu'on se soit servi d'un poids de quarante grains pour le second enfoncement, on fera la proportion suivante : 1000 : 800 : : 40 X = 32. On chargera donc de trente-deux grains l'aréomètre qui ne pèse que huit cent. Alors, plongé dans l'eau distillée refroidie au cinquième degré, il s'y enfoncera proportionnellement à celui du pèse-liqueur de mille grains, par une charge de quarante grains : ensuite on divisera en quarante parties égales l'intervalle des deux immersions de l'aréomètre, & il deviendra, dit-il, comparable à celui de mille grains. C'est une erreur palpable.

Par le moyen de cet instrument, dit M. de Lanthenée, on peut juger facilement de la pesanteur spécifique des solides, & conséquemment faire la fonction d'une balance hydrostatique. Alors on pèse les solides dans l'air, & ensuite dans l'eau, après les avoir attachés avec un crin à un crochet ménagé au-dessous de l'aréomètre. « Supposons, par exemple, un corps qui pèse quarante grains dans l'air; on évaluera ces quarante grains en parties pareilles à celles dont le pèse-liqueur vaut mille, ce qui s'exécute par la proportion suivante : Si huit cents grains, poids du pèse-liqueur, sont évalués à mille, à quel nombre de ces parties répond le poids du corps qui pèse quarante grains ? En effectuant cette règle, le quatrième terme sera cinquante. On plonge ensuite le pèse-liqueur dans l'eau. Supposons que dans cette opération, son enfoncement réponde au nombre 1002; on l'y replonge ensuite avec le corps dont nous venons de faire mention. Il est évident que si ce corps ne perdoit rien de son poids, le pèse-liqueur s'y enfonceroit alors jusqu'au nombre 1052; mais comme il perd nécessairement une partie de son poids, supposons que cet enfoncement ne réponde qu'au n°. 1047, le corps adjoint au pèse-liqueur perdra donc $\frac{5}{1000}$ de son poids, qui sera précisément celui du volume d'eau qu'il aura déplacé. La pesanteur spécifique de cette eau, comparée à celle du corps plongé, sera donc dans le rapport de cinq à cinquante, ou comme mille est à dix mille.

La manière dont M. le Raz de Lanthenée a exposé la construction & l'usage de son aréomètre, est séduisante : son usage peut s'étendre à un grand nombre de cas; mais cependant il n'est pas propre à indiquer le degré de spirituosité de l'eau-de-vie ou de l'esprit-de-vin, à cause que la division de son échelle est en parties égales. De plus, cet instrument est d'une construction difficile; la tige doit être rigoureusement cylindrique, ce qui est bien rare : d'un autre côté, cet aréomètre ne diffère pas essentiellement de celui de Farenheit, dont la construction très-simple est certainement préférable. Ce physicien parle encore de l'aréomètre à tige, dont les enfoncemens seroient marqués sur une échelle attachée invariablement au vase qui contient la liqueur; il ignoroit sans doute que M. de Parcieux en a décrit un semblable dans son troisième mémoire sur les eaux de l'Yvette.

L'aréomètre de feu M. de Parcieux est représenté dans la *fig.* 268; on l'y voit en face. Il est de profil & dans le moment où l'on s'en sert dans la *fig.* 269. La *fig.* 270 en montre les différentes parties. A B est un vase cylindrique de fer blanc, de trois pieds de longeur & de trois pouces de diamètre, propre à contenir l'eau qu'on veut peser. C D est une fiole de verre dont la cavité extérieure qui se trouve à son fond, est rempli de petites balles de plomb pour lester la fiole, & épargner le mercure qu'on est obligé de mettre dans son intérieur. Ces grains de plomb sont retenus avec de la cire qu'on coule & que l'on taille ensuite en hémisphère *a a a*, E F est un fil de laiton argenté, de 30 pouces de longueur, & dont le diamètre ne peut être déterminé que par le tâtonnement; ordinairement il est d'environ une ligne de diamètre. Ce fil est la tige du pèse-liqueur. GH est une régle de bois divisée par pouces & par lignes, de la même longueur que le fil de laiton, terminée par une queue quarrée I qui entre dans la douille K, soudée à l'orifice du vase de fer blanc. Cette régle est l'échelle de l'aréomètre dont la tige est E F, enfoncée dans le bouchon de liége *m* qui ferme la fiole, parcourt tout l'espace, lorsqu'après avoir pésé l'eau la plus legère, comme l'eau distillée ou l'eau de pluie, on pése aussitôt l'eau de puits. Ces eaux doivent être à la même température, pour cet effet on les laisse environ trois quarts d'heure dans le même endroit avant de les peser.

Cet aréomètre fut imaginé par son auteur, pour déterminer la pésanteur spécifique de l'eau de l'Yvette qu'il se proposoit de faire conduire à Paris; & par son moyen, il prouva très-bien que cette eau étoit douée de la même légèreté spécifique que les meilleures eaux. L'analyse chimique & l'observation confirmèrent encore qu'elle étoit très-salubre. On peut voir dans les mémoires de l'académie des sciences, plusieurs mémoires de ce savant sur cet objet; celui sur l'aréomètre est dans le recueil de 1766, pag. 158.

Aréomètre de M. Brisson. Cet aréomètre donne, sans calcul, & par la seule immersion, le rapport de la pesanteur spécifique des liqueurs à celle de

l'eau de pluie ou de l'eau diſtillée. La deſcription ſuivante eſt de ce phyſicien. Un même aréomètre, dit-il, que l'on plonge dans des liqueurs de différentes denſités ou peſanteurs ſpécifiques, meſure toujours des volumes de liqueurs qui ſont en raiſon inverſe de ces denſités; enſorte que le volume de la partie plongée dans une liqueur, excède autant le volume de la partie plongée dans une autre liqueur plus peſante, que la denſité de cette dernière liqueur excède la denſité de la première. Ainſi, pour conſtruire un aréomètre qui, par ſa ſimple immerſion, faſſe connoître le rapport de la denſité d'une liqueur quelconque à celle de l'eau de pluie, il s'agit de trouver un moyen de connoître exactement le rapport du volume de la partie plongée dans l'eau de pluie, ou au volume de la partie plongée dans cette liqueur.

De même qu'un aréomètre, dont le poids demeure toujours le même, s'enfonce dans une liqueur moins denſe, plus qu'il ne le fait dans une liqueur plus denſe, & que ce plus eſt toujours en raiſon inverſe des denſités de ces liqueurs : de même auſſi un aréomètre qu'on charge ſucceſſivement de différens poids, s'enfonce davantage dans la même liqueur, à meſure qu'il eſt plus chargé ; & la quantité dont il s'enfonce de plus dans ce dernier cas, eſt toujours proportionnelle au poids dont il eſt chargé. Si donc on plonge dans l'eau un aréomètre qui pèſe, par exemple, d'abord 9 gros, & enſuite 10 gros ; le volume de la partie plongée dans le premier cas, ſera au volume de la partie plongée dans le ſecond, comme 9 eſt à 10. Si enſuite, réduiſant l'aréomètre à ſon premier poids (que j'appelle *poids primitif*); ſavoir, à 9 gros, on le plonge dans une liqueur moins denſe que l'eau, & qu'il s'y enfonce juſqu'au point où il s'eſt enfoncé dans l'eau lorſqu'il peſoit 10 gros ; il eſt clair que le volume de cette liqueur, meſuré par l'aréomètre, ſera au volume de l'eau, meſuré par l'aréomètre de même poids, comme 10 eſt à 9 ; & puiſque les denſités ſont en raiſon inverſe des volumes, on conclura, avec raiſon, que la denſité de cette liqueur eſt à celle de l'eau, comme 9 eſt à 10.

C'eſt ſur ce principe qu'eſt fondé la manière de graduer un aréomètre qui ſoit propre à faire connoître, par ſa ſimple immerſion, & ſans exiger aucun calcul, le rapport de la denſité ou peſanteur ſpécifique des différentes liqueurs à celle de l'eau de pluie ou de l'eau diſtillée. C'eſt donc en ajoutant au poids primitif de l'aréomètre, ou en retranchant de ce poids, des quantités connues, & qui ſoient dans un rapport convenable pour chaque degré avec ce poids primitif, & en plongeant l'aréomètre, ainſi chargé ou déchargé, dans l'eau de pluie ou l'eau diſtillée, qu'on peut en déterminer exactement chaque degré. C'eſt de ces quantités, convenables pour chaque degré, que j'ai formé des tables au moyen deſquelles on pourra graduer de pareils aréomètres.

Voici la règle ſuivant laquelle ces tables ſont conſtruites. Suppoſons qu'on connoît exactement le poids de l'aréomètre, qui exprime la denſité de l'eau.

Soit a, le poids primitif de l'aréomètre, ou la denſité de l'eau.

Soit b, le volume d'eau qu'il déplace.

Soit x, le volume qu'il déplaceroit de plus que le volume b, dans un fluide dont la denſité ſeroit à celle de l'eau : : n, a, n étant plus petit que a.

Alors, ſelon les principes de l'Hydroſtatique, le poids abſolu du volume de nouveau fluide déplacé, eſt égal au poids abſolu de l'aréomètre, c'eſt-à-dire, au poids du volume d'eau qu'il déplace.

Or, le volume déplacé dans le fluide dont la denſité eſt n, eſt $b+x$, par la ſuppoſition ; donc, puiſque la denſité eſt n, ſon poids abſolu eſt $(b+x) \times n$.

Par la même raiſon, le poids abſolu de l'*Aréomètre*, ou du volume d'eau qu'il déplace, eſt $b \times a$; il faut donc que $(b+x) \times n = b \times a$, ou que $bn+nx=ba$. D'où l'on tire $x = \frac{ba-bn}{n}$ que l'on peut changer en $x = b \times \frac{a-n}{n}$.

Cette règle fait voir qu'alors la quantité dont l'aréomètre doit plonger de plus, eſt une portion du volume qu'il déplace dans l'eau, exprimée par une fraction qui a pour numérateur la différence des denſités de l'eau & du fluide dont il s'agit, & pour dénominateur, la denſité de ce dernier.

Nous avons ſuppoſé n plus petit que a : & par conſéquent qu'alors l'*Aréomètre* plongeroit plus que dans l'eau. Si n étoit plus grand que a, il eſt évident, à l'inſpection de la valeur $x = b \times \frac{a-n}{n}$, qu'alors la valeur de x ſeroit négative, ce qui doit être en effet ; puiſqu'alors l'aréomètre doit moins plonger que dans l'eau. Toute la différence qu'il y a, eſt donc qu'au lieu d'ajouter au volume déplacé dans l'eau, ou, ce qui eſt la même choſe, au poids primitif de l'aréomètre, il faut, au contraire, en retrancher ; mais la quantité que l'on doit retrancher, ſe détermine toujours par la même règle.

Ainſi, la quantité qu'il faut ajouter au poids primitif de l'aréomètre, ou qu'il en faut retrancher, eſt une fraction de ce poids, qui a pour dénominateur, la denſité que doit indiquer l'aréomètre, ou le degré que l'on cherche ; & pour numérateur, la différence de cette denſité à la denſité de l'eau.

En ſuppoſant donc, comme nous le faiſons, que la

la densité de l'eau est égale à 1000, le dénominateur de cette fraction est le degré que l'on cherhe, & le numérateur est ce qui manque au dénominateur pour faire 1000, ou l'excès du dénominateur sur 1000 : & lorsque le dénominateur est moindre que 1000, qui est le cas où n est plus petit que a, la quantité exprimée par la fraction, est additive : mais lorsque le dénominateur excède 1000, qui est le cas où n est plus grand que a, cette quantité est soustractive. Ainsi, quand la liqueur qu'on éprouve est moins dense que l'eau, sa densité est à celle de l'eau, comme le dénominateur est à la somme du numérateur & du dénominateur. Mais, lorsque la liqueur qu'on éprouve est plus dense que l'eau, sa densité est à celle de l'eau, comme le dénominateur est au dénominateur moins le numérateur.

On prendra donc un aréomètre ordinaire de verre AB, *fig.* 271 ; 272, convenablement lesté de mercure en S, & à la tige duquel on donnera une longueur suffisante pour le nombre de degrés qu'on veut lui faire porter. On passera dans sa tige le petit rouleau de papier qui doit porter sa graduation. Ensuite on pesera l'instrument avec des balances bien exactes, & on tiendra note de ce poids, qui est celui que j'appelle *poids primitif*. Cela fait, on plongera l'aréomètre dans l'eau de pluie ou l'eau distillée ; & l'endroit C de la tige, où il cessera de s'enfoncer, sera marqué 1000. Pour avoir les autres degrés, on ajoutera ou on retranchera pour chacun, les quantités indiquées par les tables. Il faut avoir soin de conserver l'eau dans un même degré de température, pendant tout le temps qu'on en sera usage pour graduer l'instrument : & l'on s'assurera de ce degré au moyen d'un bon thermomètre. On pourra choisir tel degré qu'on voudra ; mais je crois qu'il conviendroit d'en prendre un qu'on puisse aisément se procurer en toutes les saisons. J'ai fait voir ailleurs que 14 du thermomètre de M. *de Réaumur*, est un degré convenable pour cela.

Il suffira de chercher, pour l'épreuve, les degrés de 10 en 10 ; & l'on divisera en 10 parties égales, qui formeront autant de degrés, l'intervalle qui sépare chaque dixaine. Ces degrés ne devroient pas être égaux entr'eux : ainsi, cette manière de graduer l'instrument occasionnera une erreur, mais qui peut-être négligée, parce qu'elle est très-petite : elle ne peut pas aller à $\frac{1}{10000}$. Le défaut de régularité dans la figure de la tige, & le trait de plume qui marquera chaque degré sur l'échelle, peuvent occasionner une erreur plus grande. Si l'on veut éviter cette petite erreur, on cherchera, par l'épreuve, tous les degrés les uns après les autres.

Toutes les fois qu'on plonge l'aréomètre, il faut avoir soin que toute sa surface soit bien nette, afin que l'eau s'y applique immédiatement. Il faut aussi l'obliger à se plonger un peu plus qu'il ne doit, afin que sa tige étant mouillée, il se mette ensuite bien en équilibre avec l'eau. Sans cette précaution, il arriveroit souvent que les petits frottemens qu'éprouvent sa tige, en s'enfonçant dans l'eau, le soutiendroient moins plongé qu'il ne doit l'être ; de sorte que la partie plongée mesureroit un volume de liqueur moins pesant que l'instrument.

Il n'est pas possible que le même aréomètre puisse servir pour toutes les liqueurs ; moins denses & plus denses que l'eau : lorsqu'on en feroit usage pour celles de ces derniers dont la densité différeroit beaucoup de celle de l'eau, il ne manqueroit pas de faire la bascule. Il vaut donc mieux faire des aréomètres dont les uns soient destinés à faire connoître les pesanteurs spécifiques des liqueurs moins denses que l'eau, & les autres à faire connoître les pesanteurs spécifiques des liqueurs plus denses que l'eau. Les premiers, (*fig.* 271) seront lestés de manière qu'ils enfoncent dans l'eau à quelques lignes seulement au-dessus de la boule ; & là sera marqué le terme 1000. Dans ceux-ci, la communication de la grosse boule à la petite, dans laquelle est le mercure, sera fermée ; parce que, pour les graduer, on n'a rien à retrancher de leur poids primitif ; on n'a seulement qu'à y ajouter. Mais ceux qui seront destinés à faire connoître les pesanteurs spécifiques des liqueurs plus denses que l'eau, (*fig.* 272) seront lestés de manière qu'ils enfoncent dans l'eau jusqu'à quelques lignes de l'extrémité supérieure de leur tige ; & là sera marqué le terme 1000. Dans ceux-ci, la communication de la grosse à la petite boule sera ouverte ; parce que, pour les graduer, on aura besoin de retrancher de leur poids primitif.

J'ai donné à ma Table une étendue plus que suffisante, afin qu'elle puisse servir pour toutes sortes de liqueurs, depuis les plus légères jusqu'aux plus pesantes ; de sorte qu'un aréometre dont la graduation seroit aussi étendue que la table, pourroit servir à faire connoître les pesanteurs spécifiques de toutes les liqueurs, depuis l'éther jusqu'à l'huile de vitriol concentrée. Et afin de rendre cette table d'un usage plus commode, j'ai réduit à leur plus simple expression toutes les fractions qui en étoient susceptibles.

Dans presque tous les aréomètres que l'on a imaginés jusqu'ici, les degrés sont des parties égales. Un peu de réflexion fait voir que cela ne doit pas être ainsi : & la nouvelle construction que je viens de donner, le prouve évidemment. Tous ces degrés vont en augmentant de grandeur d'un côté & en diminuant de l'autre, à mesure qu'ils s'éloignent de 1000, c'est-à-dire, que ces degrés ont d'autant plus d'étendue, qu'ils indiquent les pesanteurs spécifiques de liqueurs moins denses ; & qu'ils ont, au contraire, d'autant moins d'étendue, qu'ils indiquent les pesanteurs spécifi-

ques de liqueurs plus denses ; de sorte que les degrés voisins de celui qui indique la pesanteur spécifique de l'éther, sont beaucoup plus étendus que ne le sont les degrés voisins de celui qui indique la pesanteur spécifique de l'huile de vitriol concentrée.

Pour rendre la graduation de ces aréomètres la plus exacte qu'il est possible, je ne connois point de moyen plus efficace & en même temps plus commode que celui dont s'est servi M. de Montigny, pour graduer les aréomètres qu'il a destinés à éprouver les eaux-de-vie. Le voici en peu de mots.

Sur le bord d'un vase V V, (*fig.* 273) de verre ou de métal, dont la profondeur sera un peu plus grande que la longueur totale de l'aréomètre A B, on fixera verticalement une tige quarrée d'ivoire G D, dont la longueur excédera au moins d'un pouce celle de la tige de l'aréomètre, & sur laquelle glissera un curseur de cuivre E F, perpendiculaire à la tige quarrée, & bien dressé dans sa partie inférieure.

On remplira ce vase d'eau de pluie ou d'eau distillée, & l'on aura soin de l'entretenir toujours également plein. On y plongera l'aréomètre. (Supposons que c'en soit un destiné uniquement pour les liqueurs moins denses que l'eau), il ne s'y enfoncera qu'à quelques lignes au-dessus de la boule, comme en C. Le curseur E F étant en *g*, & touchant immédiatement l'extrémité supérieure A de la tige, on tirera un petit trait de crayon *g*, que l'on marquera 1000. Ensuite on ajoutera au poids primitif de l'aréomètre une quantité de mercure qui égale $\frac{1}{99}$ de ce poids. L'aréomètre s'enfoncera encore d'une petite quantité, par exemple, jusqu'en H. On fera descendre d'autant le curseur E F, de façon qu'il touche encore immédiatement l'extrémité supérieure A de la tige. Le curseur étant fixé en *h*, on tirera encore un trait de crayon *h*, que l'on marquera 990. Après avoir ôté le mercure qu'on avoit ajouté, on ajoutera de nouveau au poids primitif de l'aréomètre une quantité de mercure qui égale $\frac{1}{49}$ de ce poids. L'aréomètre s'enfoncera d'une quantité un peu plus grande que la précédente fois, par exemple, jusqu'en I. Après avoir fait descendre d'autant le curseur E F, comme ci-dessus, on tirera un troisième trait de crayon *i*, qu'on marquera 980, & ainsi de suite, en continuant d'ajouter, pour chaque dizaine, la quantité de poids indiquée par la table.

L'opération finie, la graduation de l'aréomètre se trouvera sur la tige quarrée d'ivoire G D. Il faudra la transporter sur le petit rouleau de papier qu'on aura mis dans la tige de l'instrument ; ce que l'on fera aisément au moyen d'un compas. Mais il faudra avoir soin de la placer sur le rouleau de papier dans le sens opposé à celui dans lequel elle se trouve sur la tige quarrée ; c'est-à-dire, que le terme 1000, au lieu d'être en haut, sera en bas en G, & les autres termes en montant, comme on le voit en C, D, E, F, (*fig.* 271) ; ensuite, en enfonçant plus ou moins le rouleau de papier dans la tige de l'aréomètre, on fera répondre exactement le terme 1000 à l'endroit G de la tige qui se trouvera à la surface de l'eau ; l'aréomètre n'étant chargé que de son poids primitif.

Supposons maintenant qu'on ait à graduer un aréomètre destiné à peser les liqueurs plus denses que l'eau ; il sera lesté de manière qu'il s'enfonce dans l'eau jusqu'à quelques lignes de l'extrémité supérieure A de sa tige. On fera donc glisser le curseur E F, en en-bas, jusqu'à ce qu'il vienne toucher immédiatement l'extrémité de la tige de l'aréomètre ; & l'à, on tirera un trait de crayon, que l'on marquera 1000, comme nous l'avons dit ci-dessus. Ensuite, en retranchant successivement du poids primitif de l'aréomètre $\frac{1}{101}$, $\frac{1}{51}$, $\frac{3}{103}$, &c. on marquera, en montant sur la tige quarrée G D, les termes 1010, 1020, 1030, &c.

Lorsque la graduation sera achevée, on la transportera de la tige quarrée sur le rouleau de papier, en observant de l'y placer, comme nous l'avons dit pour l'autre aréomètre, dans le sens opposé à celui dans lequel elle se trouve sur la tige quarrée, comme on le voit en C, H, I, K (*fig.* 272).

Il est nécessaire que le pied du curseur n'embrasse la tige quarrée d'ivoire que sur trois côtés, ayant seulement deux petits rebords qui fassent ressort sur le quatrième ; afin qu'en faisant glisser le curseur le long de la tige quarrée, on n'efface pas les traits de crayon qu'on aura marqués précédemment.

Je ne dois pas finir cet article, sans avertir que l'opération de graduer ces sortes d'aréomètres, demande trop d'exactitude & de soins, pour qu'on puisse en confier la construction à des ouvriers ordinaires. Ce doit être un ouvrage réservé aux physiciens qui désireront se procurer de pareils instrumens, ou en procurer à des amateurs.

TABLE des quantités qu'il faut ajouter au poids de l'Aréomètre, ou retrancher de ce poids, pour le graduer de 10 en 10 degrés.

Pour	*ajoutez*			du poids de l'Aréomètre.
700 degrés	$\frac{300}{700}$	ou	$\frac{3}{7}$	
710	$\frac{290}{710}$		$\frac{29}{71}$	
720	$\frac{280}{720}$		$\frac{7}{18}$	
730	$\frac{270}{330}$		$\frac{27}{73}$	
740	$\frac{260}{740}$		13	

Pour	*ajoutez*		du poids de l'Aréomètre.
750	$\frac{250}{750}$	ou	$\frac{1}{3}$
760	$\frac{240}{760}$		$\frac{6}{19}$
770	$\frac{230}{770}$		$\frac{23}{77}$
780	$\frac{220}{780}$		$\frac{11}{39}$
790	$\frac{210}{790}$		$\frac{21}{79}$
800	$\frac{200}{800}$		$\frac{1}{4}$
810	$\frac{190}{810}$		$\frac{19}{81}$
820	$\frac{180}{820}$		$\frac{9}{41}$
830	$\frac{170}{830}$		$\frac{17}{83}$
840	$\frac{160}{840}$		$\frac{4}{21}$
850	$\frac{150}{850}$		$\frac{3}{17}$
860	$\frac{140}{860}$		$\frac{7}{43}$
870	$\frac{130}{870}$		$\frac{13}{87}$
880	$\frac{120}{880}$		$\frac{3}{22}$
890	$\frac{110}{890}$		$\frac{11}{89}$
900	$\frac{100}{900}$		$\frac{1}{9}$
910	$\frac{90}{910}$		$\frac{9}{91}$
920	$\frac{80}{924}$		$\frac{2}{23}$
930	$\frac{70}{930}$		$\frac{7}{93}$
940	$\frac{60}{940}$		$\frac{3}{47}$
950	$\frac{50}{950}$		$\frac{2}{19}$
960	$\frac{40}{960}$		$\frac{1}{24}$
970	$\frac{30}{970}$		$\frac{3}{97}$
980	$\frac{20}{980}$		$\frac{1}{49}$
990	$\frac{10}{990}$		$\frac{1}{99}$
1000			*ôtez*
1010	$\frac{10}{1010}$		$\frac{1}{101}$
1020	$\frac{20}{1020}$		$\frac{1}{51}$
1030	$\frac{30}{1030}$		$\frac{3}{103}$
1040	$\frac{40}{1040}$		$\frac{1}{26}$
1050	$\frac{50}{1050}$		$\frac{1}{21}$
1060	$\frac{60}{1060}$		$\frac{3}{53}$
1070	$\frac{70}{1070}$		$\frac{7}{107}$
1080	$\frac{80}{1080}$		$\frac{2}{27}$
1090	$\frac{90}{1090}$		$\frac{9}{109}$

Pour	*ôtez*		du poids de l'Aréomètre.
1100	$\frac{100}{1100}$	ou	$\frac{1}{11}$
1110	$\frac{110}{1110}$		$\frac{11}{111}$
1120	$\frac{120}{1120}$		$\frac{3}{28}$
1130	$\frac{130}{1130}$		$\frac{13}{113}$
1140	$\frac{140}{1140}$		$\frac{7}{57}$
1150	$\frac{150}{1150}$		$\frac{3}{23}$
1160	$\frac{160}{1160}$		$\frac{4}{29}$
1170	$\frac{170}{1170}$		$\frac{17}{117}$
1180	$\frac{180}{1180}$		$\frac{9}{59}$
1190	$\frac{190}{1190}$		$\frac{19}{119}$
1200	$\frac{200}{1200}$		$\frac{1}{6}$
1210	$\frac{210}{1210}$		$\frac{21}{121}$
1220	$\frac{220}{1220}$		$\frac{11}{61}$
1230	$\frac{230}{1230}$		$\frac{23}{123}$
1240	$\frac{240}{1240}$		$\frac{6}{31}$
1250	$\frac{250}{1250}$		$\frac{1}{5}$
1260	$\frac{260}{1260}$		$\frac{13}{63}$
1270	$\frac{270}{1270}$		$\frac{27}{127}$
1280	$\frac{280}{1280}$		$\frac{7}{32}$
1290	$\frac{290}{1290}$		$\frac{29}{129}$
1300	$\frac{300}{1300}$		$\frac{3}{13}$
1310	$\frac{310}{1310}$		$\frac{31}{131}$
1320	$\frac{320}{1320}$		$\frac{8}{33}$
1330	$\frac{330}{1330}$		$\frac{33}{133}$
1340	$\frac{340}{1340}$		$\frac{17}{67}$
1350	$\frac{350}{1350}$		$\frac{7}{27}$
1360	$\frac{360}{1360}$		$\frac{9}{34}$
1370	$\frac{370}{1370}$		$\frac{37}{137}$
1380	$\frac{380}{1380}$		$\frac{19}{69}$
1390	$\frac{390}{1390}$		$\frac{39}{139}$
1400	$\frac{400}{1400}$		$\frac{2}{7}$
1410	$\frac{410}{1410}$		$\frac{41}{141}$
1420	$\frac{420}{1420}$		$\frac{21}{71}$
1430	$\frac{430}{1430}$		$\frac{43}{143}$
1440	$\frac{440}{1440}$		$\frac{11}{36}$

Pour		ôtez	du poids de l'Aréomètre.
1450	450/1450	ou	9/29
1460	460/1460		23/73
1470	470/1470		74/147
1480	480/1480		12/37
1490	490/1490		49/149
1500	500/1500		1/3
1510	510/1510		51/151
1520	520/1520		13/38
1530	530/1530		53/153
1540	540/1540		27/77
1550	550/1550		11/31
1560	560/1560		14/39
1570	570/1570		57/157
1580	580/1580		29/79
1590	590/1590		59/159
1600	600/1600		3/8
1610	610/1610		61/161
1620	620/1620		31/81
1630	630/1630		63/163
1640	640/1640		16/41
1650	650/1650		13/33
1660	660/1660		33/83
1670	670/1670		67/167
1680	680/1680		17/42
1690	690/1690		69/169
1700	700/1700		7/17
1710	710/1710		71/171
1720	720/1720		18/43
1730	730/1730		73/173
1740	740/1740		37/87
1750	750/1750		3/7
1760	760/1760		19/44
1770	770/1770		77/177
1780	780/1780		39/89
1790	790/1790		79/179
1800	800/1800	ou	4/9
1810	810/1810		81/181
1820	820/1820		41/91
1830	830/1830		83/183
1840	840/1840		21/46
1850	850/1850		17/37
1860	860/1860		43/93
1870	870/1870		87/187
1880	880/1880		22/47
1890	890/1890		89/189
1900	900/1900		9/19
1910	910/1910		91/191
1920	920/1920		23/48
1930	930/1930		93/193
1940	930/1940		47/87
1950	950/1950		19/39
1960	960/1960		24/49
1970	970/1970		97/197
1980	980/1980		49/99
1990	990/1990		99/199
2000	1000/2000		1/2

Aréomètre de M. Vallet. L'aréomètre ou pèse-liqueur eſt, comme on l'a déjà dit, un inſtrument imaginé pour connoître la denſité des liqueurs, ou déterminer combien il y a d'acide ou de ſel dans un volume de liqueur connu, & combien il y a d'eſprit ardent dans une pinte ou dans un muid d'eau-de-vie. Mais aucun de ceux qui ont été conſtruits juſqu'à préſent, ſelon M. Vallet, n'a pu remplir cet objet; ils déſignent ſeulement qu'une liqueur eſt plus chargée de ſel ou d'acide qu'une autre. Le principe qui ſert de baſe à la conſtruction des échelles des aréomètres, eſt la cauſe de leur défaut. On prend l'eau pour premier terme de O, & pour ſecond, l'eau ſaline, compoſée de dix onces de ſel marin bien ſec, diſſous dans quatre-vingt-dix onces d'eau; on ouvre le compas pour prendre la diſtance de ces deux termes, que l'on reporte enſuite ſur la tige, ſuppoſée aſſez longue pour les contenir quatre ou cinq fois, après on donne cet eſpace en dix parties égales, qui montent ordinairement à quarante ou quarante-cinq degrés : chaque degré déſigne un centième. On n'avoit donc point

fait attention qu'à mesure que les acides devenoient plus concentrés, ils devoient produire des degrés inégaux ou plus petits.

« Cet aréomètre ainsi construit, marque vingt-deux degrés dans l'acide marin, & quarante-sept dans l'acide nitreux, lorsque ces acides sont au plus haut point de leur concentration; mais comme l'acide vitriolique est environ d'un tiers plus dense que l'acide nitreux, & que la différence est à peu-près dans les rapports de deux à trois, ce premier pèse-liqueur ne pouvoit nous faire connoître les différens points de densité de l'acide vitriolique lorsqu'il étoit au-dessus de quarante à quarante-cing degrés; pour y suppléer on fit un second pèse-liqueur qui, au lieu d'avoir O pour premier terme, commençoit où l'autre finissoit, & qui étoit continué suivant le même principe jusqu'à soixante-dix degrés. Cet aréomètre plongé dans l'acide vitriolique le plus concentré y marquoit soixante-six degrés.

Si ces pèse-liqueurs étoient plongés dans quelqu'acide affoibli avec de l'eau, dans un volume connu, ils indiquoient que ces acides étoient moins concentrés de quelques centièmes de degrés, & il étoit fort difficile de faire cadrer ces centièmes avec les seize onces qui composent la livre. Comme les principes établis pour la construction de l'échelle de ces pèse-liqueurs étoient faux, les centièmes ou degrés indiqués par l'aréomètre, n'étoient pas le vrai nombre, par conséquent l'usage du pèse-liqueur dans cet état, étoit d'une médiocre utilité.

Pour démontrer le peu de confiance que l'on doit avoir dans l'usage des anciens pèse-liqueurs, voici quelques résultats des mélanges d'acide & d'eau à des doses relatives, qui font toujours un même tout des seize onces qui composent la livre; & d'autres mélanges d'esprit-de-vin & d'eau à des doses faisant seize demi-poissons, qui composent la pinte de Paris. J'ai pris de l'acide vitriolique concentré à soixante-six degrés, j'en ai mêlé

4 onces avec 12 onces d'eau.
8. . . . . . . 8 . . . . d'eau.
12. . . . . . . 4 . . . . d'eau.

J'ai laissé prendre à ces mélanges la température de dix degrés au-dessus du terme de la glace. J'ai plongé l'aréomètre de M. Baumé dans le mélange de quatre onces d'acide & douze onces d'eau; il marquoit vingt-un degrés, & n'en devoit marquer qu $16\frac{1}{2}$, puisque $16\frac{1}{2} : 66 :: 4 : 16$. Je l'ai ensuite plongé dans le mélange de 8 onces d'acide & 8 onces d'eau : il marquoit 38 degrés, & n'en devoit marquer que 33, puisque $33 : 66 :: 8 : 16$. Enfin, dans le mélange de 12 onces d'acide & de 4 onces d'eau, l'aréomètre marquoit $52\frac{1}{2}$, & n'en devoit marquer que $49\frac{1}{2}$; puisque $49\frac{1}{2} : 66 :: 12 : 16$.

J'ai fait de semblables mélanges d'acide nitreux & d'eau. Au pese-liqueur de M. Baumé, l'acide nitreux le plus concentré marque 47 degrés à la température dite ci-dessus. Si l'on mêle 4 onces de cet acide avec 12 onces d'eau, il marque audit pèse-liqueur $16\frac{1}{2}$ degrés, & n'en devoit marquer que $11\frac{3}{4}$; puisque $11\frac{3}{4} : 47 :: 4 : 16$. Dans un mélange de 8 parties d'acide & 8 d'eau, il marque audit pèse-liqueur, $31\frac{1}{2}$ degrés, & n'en devoit marquer que $23\frac{1}{2}$; puisque $23\frac{1}{2} : 47 :: 8 : 16$. Enfin, dans un mélange de 12 onces d'acide & 4 onces d'eau, il marque 42 degrés, & n'en devoit marquer que $35\frac{1}{4}$; puisque $35\frac{1}{4} : 7 :: 2 : 16$. La cause de ces défauts de proportion est évidente. Elle dérive du faux principe d'après lequel on a construit l'aréomètre. On l'a divisé en parties égales, & il falloit au contraire le diviser en parties proportionnelles décroissantes, eu égard aux diverses pesanteurs spécifiques qu'ont les acides mêlés à telle ou telle quantité d'eau. Je ne fais pas ici mention de l'acide marin, l'erreur n'est pas aussi sensible que dans les deux précédens. »

L'aréomètre pour les eaux-de-vie a été également examiné. On a pris de l'esprit-de-vin du commerce, qui marquoit trente cinq degrés au pèse-liqueur de Cartier, après avoir été rectifié au bain-marie. Il marquoit trente-sept degrés au même pèse-liqueur, à la température de dix degrés au-dessus du terme de la glace. Ensuite, avec de cet esprit-de-vin, & de l'eau distillée, on a fait trois mélanges à des doses en rapport avec les seize demi-poissons que composent la pinte de Paris.

On a plongé le pèse-liqueur de M. Cartier dans un mélange de douze demi-poissons d'esprit-de-vin & quatre demi-poissons d'eau, il marquoit $26\frac{1}{2}$, & en devoit marquer $27\frac{3}{4}$; car $27\frac{3}{4} : 37 :: 12 : 16$. Ensuite plongé dans un mélange de parties égales d'esprit-de-vin & d'eau, il marquoit $19\frac{1}{4}$ degrés, & n'en devoit marquer que $18\frac{1}{2}$, puisque $18\frac{1}{2} : 37 :: 8 : 16$. Dans le troisième mélange de quatre demi-poissons d'esprit-de-vin & douze d'eau, l'aréomètre marquoit $13\frac{3}{4}$ degrés, & n'en devoit marquer que $9\frac{1}{4}$, puisque $9\frac{1}{4} : 37 :: 4 : 16$. Dans cette espèce d'eau-de-vie, l'acheteur seroit donc trompé avec un instrument fait pour le préserver de l'erreur.

« Les aréomètres que j'annonce, dit M. Vallet, sont construits sur de nouveaux principes, & n'ont pas les défauts des précédens. J'ai réuni deux objets bien essentiels dans cet instrument; l'un indique au juste la quantité d'acide & d'eau dans un poids connu de liqueur, telle qu'une livre, & accorde les degrés avec les seize parties de la livre; l'autre indique au juste la quantité d'esprit ardent & d'eau dans une mesure connue d'eau-de-vie, & accorde les seize degrés avec les seize parties ou demi-poissons qui composent la pinte de Paris.

Pour construire mon échelle, 1°. je plonge un

aréomètre, convenablement lesté, dans de l'eau; & sur le point précis de l'immersion, je marque (O), (*fig.* 274) pour mon premier terme; 2°. je le plonge dans un mélange de quatre onces d'acide & douze onces d'eau, & à l'endroit de l'immersion, je marque également le terme 4; 3°. je le plonge dans un mélange de huit onces d'acide & huit onces d'eau, je marque le terme 8; 4°. dans un mélange de douze onces d'acide & quatre onces d'eau, & je marque le terme 12; 5°. enfin, je plonge l'aréomètre dans de l'acide concentré, & au point d'immersion je marque 16; ainsi O & 16 sont les deux termes extrêmes de mon échelle.

Je tire cinq lignes parallèles *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, perpendiculaires à ma verticale *f*, passant chacune sur les termes 0, 4, 8, 12, 16. Ces parallèles ne sont pas & ne doivent pas être à égale distance, par la raison qu'en mêlant des acides avec de l'eau qu'on y ajoute en progression arithmétique, la densité de ces acides diminue en progression géométrique; & faute de cette observation, l'on s'est toujours trompé dans la construction des anciens aréomètres.

Il ne s'agit plus que de trouver nos autres degrés, & voici comme je m'y prends: j'ouvre un compas sur les deux termes 12 & 4; je porte une des pointes sur le point du terme 16, l'autre sur la parallèle 12 *d*, à droite & à gauche, & de ce dernier point, je porte le compas sur les parallèles 8 *c*, 4 *b*, 0 *a*; de chacun de ces points, je décris les cercles 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, & des points d'interjection *g h*; des deux premiers cercles décrits, je tire avec une règle des lignes qui se rendent à un centre commun I, d'où je tire la première partie de mes courbes d'un côté d'*a* en *e*; j'en fais autant de l'autre: des points d'interjection I *m*, je tire également des lignes qui se rencontrent à un point plus éloigné O, duquel, comme centre, je décris l'autre portion de la courbe de *c* en 16, & ainsi de l'autre côté: enfin, je divise en seize parties égales la partie de cette courbe, comprise de part & d'autre, entre les deux dernières parallèles 16, 0; sur ceux des points de divisions, je tire des parallèles dont les unes tombent sur celles déjà tracées. J'opère de la même manière pour mon aréomètre à esprit-de-vin, avec cette différence que les 16 termes ou degrés qui, pour les acides, marquent des onces, indiquent des mesures de demi-poissons, dont les 16 font la pinte de Paris. Ces premiers pèse-liqueurs m'ont servi d'étalons. J'en ai vérifié la grande exactitude, en faisant tous les mélanges proportionnels d'acide & d'eau, & d'esprit-de-vin & d'eau, correspondans parfaitement aux degrés indiqués.

Entre chaque degré, il y a un point qui sert de demi-degré, & peut faire connoître jusqu'à un trente-deuxième la richesse de la liqueur.

Je donne ici une autre manière mécanique pour tracer mes échelles, & qui sera beaucoup plus facile que la précédente.

J'ai construit, suivant la *figure* 274, deux aréomètres pour chaque acide, un grand & un petit: j'ai porté les degrés du grand sur une perpendiculaire A, (*même figure*); j'ai également porté les degrés du petit sur une autre ligne perpendiculaire, à une grande distance de la première, représentant aussi un pèse-liqueur B; j'ai tiré des lignes sur chacun des degrés correspondans de l'un à l'autre, ce qui forme un plan incliné; avec ce plan, je trace tous les pèse-liqueurs qui n'ont pas une marche plus grande que celui marqué A, & j'en peux tracer avec le même plan qui ont la marche bien plus petite que le pèse-liqueur marqué B; tout cela se fait promptement sans compasser. Je prends un aréomètre sans échelle, je le plonge dans l'eau, & je marque le terme 0; je le plonge ensuite dans l'acide le plus concentré (qui marque 16 degrés à mon étalon); à l'endroit de l'immersion, je fais une marque à la tige pour le terme 16: j'ouvre un compas sur ces deux termes, je le présente sur mon plan, & je marque la perpendiculaire qui est égale de longueur à l'ouverture du compas, que je suppose être celle marquée *c*; je mets une règle *d* en longueur sur cette perpendiculaire; j'ajoute entre cette règle une équerre F, que je pose juste sur la première ligne E du plan; j'ai une bande de papier *g* tracée de la largeur qui convient à la grosseur du tube de l'aréomètre; je la place sous l'équerre; je trace le premier degré 0; je descends l'équerre sur la seconde ligne, & je trace le second, ainsi de suite jusqu'à la dernière ligne, & l'échelle est finie.

On conçoit aisément que par ce moyen l'on peut tracer des échelles d'aréomètre bien plus justes & avec plus de vîtesse qu'en les divisant avec le compas.

J'ai également fait des plans pour tracer les échelles des pèse-liqueurs à esprit-de-vin.

L'on voit que j'ai rendu cette opération très-facile, de très-difficile qu'elle étoit, suivant la première de ces deux figures; mais il m'a fallu celle-ci pour former la seconde.

J'ai mis les échelles des trois acides dans un seul aréomètre; elles sont divisées en 16 degrés chacune; les 16 degrés correspondent avec les 16 onces de la livre; les longueurs que prennent ces trois échelles, distinguent bien les densités différentes de ces trois acides: le dernier degré de l'échelle de l'acide marin, qui est 16, se trouve vis-à-vis de 5 $\frac{1}{3}$ degrés de celle de l'acide nitreux, & le seizième degré de celle-ci est vis-à-vis 10 $\frac{1}{6}$ degrés de l'acide vitriolique. Par cette raison, le pèse-liqueur ancien, tel qu'il est divisé en degrés égaux, ne faisant que des centièmes, ne pouvoit servir à connoître l'état des liqueurs acidules ou salines que très-imparfaitement; mais dans ce même pèse-liqueur, la troisième

échelle pour l'acide vitriolique ne marquoit que 10 degrés, comparativement au dernier terme 16 de l'acide nitreux. J'en ai ajouté un second qui sert de suite à cette échelle, qui commence au huitième degré, & est prolongé jusqu'au terme 16, qui correspond aux 66 degrés du pèse-liqueur de M. Baumé.

L'aréomètre pour l'esprit-de-vin est construit, comme on l'a dit, sur les mêmes bases. J'ai pris de l'esprit-de-vin du commerce, qui, après l'avoir rectifié, marquoit 40 degrés à l'aréomètre de M. Beaumé, & 37 à celui de M. Cartier, qui est le plus haut point de rectification connu. Dans cet état, je le regarde comme pur & sans eau, quoiqu'il en contienne encore plus de $\frac{7}{8}$, qui lui servent de principe constituant; & si l'on parvenoit à lui en ôter une partie, on le décomposeroit; mais il falloit partir d'un principe. Cet esprit-de-vin donne le premier terme de mon échelle, qui marque seize degrés, & l'eau distillée pour le second terme qui est (0). Chaque degré de cet aréomètre correspond à chacun des 16 demi-poissons qui composent la pinte de Paris; de sorte qu'en le plongeant dans quelque eau-de-vie que ce soit dans une mesure quelconque, le degré indiquera la quantité d'esprit ardent qu'elle contient, & le reste sera de l'eau; par conséquent, toute l'eau qu'il contiendra au-dessous de 16 degrés, lui sera surabondante. Pour qu'on voie d'un coup-d'œil ce qu'une mesure d'esprit ardent contient de cet esprit & d'eau, les chiffres de la colonne à gauche de l'échelle de mon pèse-liqueur, désignent le nombre des demi-poissons d'esprit ardent contenus dans une pinte d'eau-de-vie; & ceux de la colonne à droite désignent la quantité d'eau : le nombre à gauche uni à celui de la droite, donne toujours 16; les points marqués entre les degrés désignent des $\frac{1}{4}$ de poissons, ou des $\frac{1}{32}$ de la pinte, avantage qui ne se trouve pas dans celui de M. Cartier, qui n'a d'autres parties aliquotes, sans fraction, que l'unité.

Avec le mien, il sera facile d'assigner le prix au juste de toute espèce d'eau-de-vie, par le nombre des degrés qu'elles marqueront, connoissant une fois le prix de l'esprit-de-vin le plus rectifié qui marquera 16 degrés à cet aréomètre. *Mémoire de M. Vallet*, dans les observations sur la physique, l'histoire naturelle, &c. 1788.

Aréomètre de M. Bories. La connoissance du degré de rectification des eaux-de-vie étant très-importante, principalement pour le commerce, les états-généraux de la province de Languedoc proposèrent, pour le sujet d'un prix, au jugement de l'académie des sciences de Montpellier, *la manière de déterminer les différens degrés de spirituosité des eaux-de-vie ou esprit-de-vin, par le moyen le plus sûr, & en même temps le plus simple & le plus applicable aux usages du commerce.* Le prix fut partagé entre un mémoire de M. l'abbé Poncelet, & un autre de M. Pouget & Bories. Mais, comme ce concours laissoit encore bien des choses à desirer, les états proposèrent un nouveau prix en 1772, qui fut remporté, l'année suivante, par M. Bories. Le travail de cet habile physicien étant d'une étendue peu ordinaire, nous croyons qu'il est à propos d'en réserver le précis pour l'article PÈSE-LIQUEUR. *Voyez* ce mot.

Aréomètre à tige de D. Casbois. Cet instrument ne diffère pas, quant à sa forme, de l'aréomètre ordinaire; il est composé d'une boule de verre ou d'argent, surmontée d'une tige mince & d'égale grosseur, lestée de façon que, plongée dans la liqueur, la tige soit toujours dans une direction verticale. Mais la manière de le graduer est différente: on lui fait marquer de combien de millièmes une liqueur pèse plus ou moins que l'eau pure.

Pour faire cette graduation, on part d'un terme connu, celui de l'eau naturelle, prise à la température des caves, & dépouillée par la distillation de tout ce qui pourroit augmenter son poids. On y plonge l'aréomètre, & lorsqu'après quelques oscillations, il y a pris son équilibre, on marque l'endroit où la tige est coupée; c'est le premier terme; ensuite on fait par un mélange convenable d'eau & d'esprit de vin, une liqueur moins pesante que l'eau d'un dixième, ou ce qui revient au même, de cent millième. On y plonge l'aréomètre, & l'endroit où la tige est coupée par la surface de cette liqueur, est le second terme. L'espace entre ces deux termes, on le partage en cent parties égales, & on a des degrés dont chacun marque évidemment la millième partie de la pesanteur de l'eau. On porte ces degrés au-dessus & au-dessous du terme de l'eau qu'on marque par un zéro, & on les compte depuis ce terme par 1, 2, 3, 4. &c. Ceux qui sont au-dessus du zéro, marquent des millièmes à retrancher du poids de l'eau; ceux qui sont au-dessous du zéro, marquent des millièmes à ajouter à ce même poids.

On sait que le pied cube d'eau, sous la température d'environ dix degrés, pèse soixante & douze livres ou 1152 onces. Ainsi rapportant les degrés de mon aréomètre au pied cube, chacun doit marquer 1 once 1 gros $\frac{27}{125}$ ou près de 11 grains à ajouter ou à retrancher, selon qu'il est au-dessus ou au-dessous du zéro.

Soit maintenant une eau-de-vie dont on voudroit connoître la bonté par sa pesanteur spécifique. J'y plonge l'aréomètre, dit l'auteur, & je prends le degré où la tige est coupée par la surface de la liqueur. Je suppose que le degré soit 82°. au-dessus du terme de l'eau: je dis 82 degrés au-dessus du terme de l'eau, signifient que la liqueur est moins pesante que l'eau de 82 millièmes; parconséquent, le pied cube de cette liqueur pèse 82 fois 1 once 1 gros 11 grains, ou 5 livres 3 onces, 3 gros 38 grains moins que le pied cube d'eau, dont le poids est de 72 livres : donc le pied cube de cette liqueur pèse 66 livres 2 onces 1 gros 34 grains,

Pouſſons encore plus loin la conſéquence. L'eau diſtillée eſt à l'eſprit-de-vin rectifié, comme 993 eſt à 963. Suivant ce rapport, on trouvera que le pied cube d'eſprit de vin rectifié pèſe 58 livres 7 onces $\frac{19}{331}$. Voyons maintenant combien d'eau il y a dans l'eau-de-vie que nous venons de peſer. La règle eſt aiſée à faire, elle ſe réduit à cette queſtion. Combien faut-il d'eau à 72 livres de pied cube, & d'eſprit-de-vin à 58 livres 7 gros la même meſure, pour faire un pied cube d'un poids de 66 livres 2 onces? la règle faite, on trouve que le mélange contient 123 parties d'eau, ſur 94 parties d'eſprit-de-vin, & que le pied cube de ce mélange eſt compoſé de 37 livres 7 onces $\frac{151}{217}$ d'eau, & de 28 livres 10 onces $\frac{66}{217}$ d'eſprit-de-vin. Cet exemple fait voir qu'en ſuppoſant l'eau-de-vie compoſée d'eſprit & d'eau, on peut, par le moyen de mon aréomètre, trouver non-ſeulement la peſanteur ſpécifique, mais encore la quantité d'eau qu'elle contient. Je me propoſe de donner une table où l'on trouvera ſans calcul, les poids & les mélanges qui répondent à chaque degré de l'aréomètre.

L'uſage de cette eſpèce de balance n'eſt pas borné aux liqueurs plus légères que l'eau; il s'y étend avec le même avantage à celles qui en ſont plus peſantes; mais alors il faut que la tige de l'aréomètre ſoit aſſez longue pour porter environ 150 degrés au-deſſus & au-deſſous du terme de l'eau. Cette longueur à laquelle la boule doit être proportionnée, rend l'inſtrument fort incommode; pour parer à cet inconvénient, on fait deux aréomètres de médiocre grandeur; l'un pour les liqueurs ſpiritueuſes, l'autre pour les eaux ſalées. Le premier leſté de manière que le même terme ſe trouve à l'extrémité ſupérieure de la tige. Celui-ci ſe gradue comme le premier, avec cette différence, que l'on prend pour le ſecond terme un mélange de ſel & d'eau plus peſant d'un dixième que l'eau diſtillée. L'intervalle partagé en cent parties donne des millièmes que l'on compte de haut en bas, & dont chacun marque la millième partie de la peſanteur de l'eau. Pour avoir le poids d'une eau ſalée par le moyen de l'aréomètre, il faut ajouter au poids de l'eau diſtillée, autant de millièmes de ce poids, qu'il y a de degrés depuis le terme de l'eau juſqu'à la ſurface de la liqueur que l'on pèſe.

On a ſuppoſé juſqu'ici que la peſanteur ſpécifique de l'eau diſtillée étoit un terme fixe; mais on a ſuppoſé en même-temps qu'on prendroit toujours ce terme au même degré de chaleur, & qu'elle augmente en volume ſans augmenter en poids. Cette augmentation eſt à-peu-près $\frac{1}{36}$, depuis le degré de chaleur qu'on nomme tempéré, juſqu'à celui qui fait bouillir l'eau. Or, $\frac{1}{36}$ de la dilatation, fait $\frac{1}{36}$ de diminution dans la peſanteur ſpécifique. Le degré de chaleur ſous lequel on peut prendre le terme de l'eau, eſt arbitraire. Perſonne n'a droit de le fixer. Cependant, ſi l'on veut faire des aréomètres comparables, il faut convenir du degré d'où l'on partira. Quant à moi, je prendrai toujours la température des caves, qui répond à-peu-près au dixième degré du thermomètre de *Réaumur*, parce que je le trouve par-tout & dans toutes les ſaiſons de l'année, & que l'on a calculé ſous ce degré preſque toutes les tables des peſanteurs ſpécifiques.

Il ne me reſte plus qu'une difficulté à lever, celle de former, par un mélange convenable, une liqueur plus ou moins peſante d'un dixième que l'eau pure. Voici comme je m'y prends; Je pèſe une bouteille vuide, peu importe quelle en ſoit la capacité; je tiens compte de ſon poids pour le déduire de celui de cette même bouteille pleine. Après cette préparation, j'emplis la bouteille d'eau diſtillée, & je pèſe cette eau avec la plus grande exactitude. Je ſuppoſe que l'eau, tare défalquée, pèſe quarante onces, ſi je veux faire une liqueur qui pèſe $\frac{1}{10}$ de moins que cette eau, il faut que je mêle de l'eau & de l'eſprit-de-vin, en telle proportion, que ce mélange rempliſſant la bouteille ne pèſe que trente-ſix onces. Pour y parvenir, je vuide la bouteille qui contenoit l'eau diſtillée, je la remplis d'eſprit-de-vin commun, puis je la pèſe. Il arrive que l'eſprit-de-vin ne pèſe pas trente-ſix onces, & qu'il faut en augmenter le poids par un mélange. Je fais donc ſortir un peu d'eſprit-de-vin de la bouteille, & je mets de l'eau à la place, par ce mélange l'eſprit de-vin devient un peu plus peſant, je le remets ſur la balance; & s'il n'a pas encore le poids demandé, je continue à y mettre un peu d'eau juſqu'à ce que la bouteille pleine, tare défalquée, pèſe juſtement trente-ſix onces. Alors j'ai une liqueur qui, ſous le même volume, eſt plus légère que l'eau, d'un dixième.

On ſuivra le même procédé pour faire une liqueur plus peſante que l'eau, d'un dixième; c'eſt-à-dire, qu'après avoir peſé l'eau dans une bouteille, comme ci-deſſus, on remplira cette même bouteille d'une eau dans laquelle on fera diſſoudre autant de ſel qu'il étoit poſſible, & comme cette eau ſalée pèſe plus que l'eau pure, de plus d'un dixième, on l'amènera au poids qu'elle doit avoir, en faiſant ſortir de la bouteille un peu d'eau ſalée, & en la rempliſſant avec autant d'eau pure. Ces liqueurs ainſi préparées, peuvent ſe conſerver & ſervir à régler une infinité d'aréomètres. *Obſervat. ſur la phyſique*, &c. 1780 mars, pag. 228.

Nouvel aréomètre à godet. Le pèſe-liqueur qu'on vient de décrire, a une ſimple tige qui n'eſt point ſurmontée d'un godet; il montre ſur ſa tige, (lorſqu'il eſt plongé dans une liqueur) de combien de millièmes cette liqueur eſt plus ou moins peſante que l'eau pure. Le nouvel aréomètre

mètre à godet, montre non seulement en millièmes le rapport d'une liqueur à l'eau pure; mais encore en poids de marc, ce que pèse une mesure determinée de cette liqueur, & ce qu'un poids donné de cette même liqueur a de volume. Il a de plus l'avantage d'être petit, & par conséquent commode, de marquer plus sensiblement & plus surement la pesanteur spécifique de la liqueur qui lui est soumise, & de pouvoir être appliqué à une très-petite quantité de cette liqueur.

Cet aréomètre ou pèse-liqueur est un tube de verre terminé en bas par une petite bouteille lestée en mercure, & en haut par une tige courte & mince qui porte un léger godet d'ivoire. Son poids est de 1000 grains, & son volume, à compter d'un point marqué sur la tige, est égal au volume de 1000 grains d'eau pure, à la température de 10 degrés. Pour le construire, on prend un tube de 4 à 5 pouces de longueur, sur 1 pouce environ de diamètre (le plus leger est le meilleur) : on le ferme hermétiquement à l'une de ses extrémités, & à cette partie on soude une petite bouteille qu'on fait venir en poire, de manière que sa queue mince puisse être ouverte ou fermée selon le besoin. Je fais entrer, dit D. Casbois à qui on doit encore cet instrument; je fais entrer dans cette bouteille assez de mercure pour que le tout pèse exactement 1000 grains, & je scelle l'extrémité de la queue. Tenant ensuite la boule en bas, je le plonge doucement dans un vase plein d'eau distillée & mise à la température de 10 degrés. Lorsque le tube, laissé à lui-même, y a pris son équilibre, je marque l'endroit où la surface de l'eau vient le couper : puis le portant à la lampe, & dirigeant la flamme 2 lignes au-dessous de la marque, j'enlève la partie supérieure du tube qui a surnagé : à cette partie je substitue une tige de 15 à 20 lignes de longueur, sur une ligne de diamètre, au bout de laquelle j'adopte un léger godet d'ivoire, capable de contenir 500 grains, poids de marc.

Je vérifie ensuite le poids de mon aréomètre. Si, après le changement que je viens d'y faire, il pèse plus ou moins de 1000 grains, je rectifie ce défaut en introduisant dans la bouteille, ou en faisant sortir une quantité convenable de mercure: après quoi je ferme solidement la bouteille, & je ne touche plus au poids de l'instrument, que pour le faire aller à des liqueurs plus légères que l'eau.

Il me reste à fixer également le volume de 1000 grains d'eau que l'aréomètre doit avoir depuis le milieu de sa tige jusqu'en bas. Pour cet effet, je le plonge dans l'eau distillée dont je viens de parler: s'il y descend & s'y arrête lorsque la surface de l'eau vient couper la tige vers le milieu, il est clair qu'il a le volume que je voulois lui donner. Je marque cet endroit de la tige par un point d'émail, & l'aréomètre est fait. S'il descend totalement dans l'eau, ou s'il n'y descend pas assez je porte à la lampe l'extrémité supérieure du tube je l'enfle ou je la diminue jusqu'à ce que je parvienne au point d'immersion que je dois marquer sur la tige.

L'aréomètre, tel que je viens de le décrire, est applicable aux eaux salées & nitreuses, aux esprits de sels, aux syrops, en général aux liqueurs plus pesantes que l'eau pure. Pour le faire aller aux liqueurs plus légères que l'eau, à l'esprit-de-vin, par exemple, aux eaux-de-vie; aux huiles, aux vins, &c. il suffit de diminuer son leste, en ouvrant la bouteille inférieure & en faisant sortir une quantité convenable de mercure. Que j'en tire seulement 10 grains, l'aréomètre est en état de peser tous les vins; si j'en tire 170, il pesera toutes les liqueurs légères, jusqu'à l'esprit-de-vin le plus rectifié. Quand j'ai fait sortir de la bouteille autant de mercure que je le juge à propos, je la referme hermétiquement, & je remarque sur le godet le poids fixe auquel j'ai réduit l'aréomètre.

Voici la manière de se servir de cette espèce de balance. On plonge l'aréomètre dans la liqueur qu'on veut peser, & le laissant nager librement, on met sur le godet autant de grains, poids de marc, qu'il en faut, pour le faire descendre jusqu'au point d'émail. Alors l'aréomètre fait équilibre avec un volume de cette liqueur égal à celui de 1000 grains d'eau. Ce volume est de 2 pouces cubes 2 tiers ou la 18e. partie de la pinte de Paris. On en conclut que 2 pouces cubes 2 tiers de cette liqueur pèsent autant que l'aréomètre chargé des grains qu'on a mis sur le godet. C'est-à-dire, que si le poids fixe de l'aréomètre est de 830 grains, & que l'on ait mis sur le godet 60 grains, le volume de 2 pouces-cubes deux tiers de la liqueur pesera 890 grains.

On en conclut encore qu'une mesure quelconque de cette liqueur est à une pareille mesure d'eau, comme le poids total de l'aréométre est à 1000. Ainsi, en ajoutant le poids fixe de l'aréomètre aux grains qu'on a mis sur le godet, & en comparant cette somme qui exprime la pesanteur de la liqueur, à 1000 qui exprime la pesanteur de l'eau, on voit par la différence en plus ou moins, de combien de millièmes cette liqueur pèse plus ou moins que l'eau.

Supposons, par exemple, que l'aréomètre pèse 990 grains, & qu'en le plongeant dans du vin, on ait mis sur le godet 3 grains pour le faire descendre au point d'émail; la pesanteur de ce vin sera exprimée par 993 & la différence, 7, entre 993 & 1000 signifiera, que le vin est de 7 millièmes plus léger que l'eau pure.

Lorsqu'une liqueur est composée de deux autres liqueurs connues, on pourroit, par le moyen de l'aréomètre & d'un calcul aisé, connoître à-peu-près

la quantité de chacune des deux qui entre dans sa composition, si ces deux liqueurs ne se pénétroient pas. Voudroit-on savoir, par exemple, combien une eau-de-vie à 80 degrés contient d'esprit-de-vin à 170, & d'eau à zéro? On trouveroit, par une règle d'alliage, que cette eau-de-vie contient 90 parties d'eau & 80 parties d'esprit-de-vin.

Mais l'expérience nous a appris que l'eau & l'esprit-de-vin se pénétroient, c'est-à-dire, qu'ils occupoient moins d'espace après leur mélange, qu'ils en occupoient avant : qu'un pouce-cube d'esprit-de-vin, par exemple, mêlé avec un pouce-cube d'eau ne faisoit pas 2 pouces-cubes.

La différence est assez grande pour qu'on doive en tenir compte dans le calcul. Les mélanges que j'ai faits, après en avoir exactement mesuré & pesé les portions, m'ont fait voir que la pénétration de l'eau & de l'esprit-de-vin alloit jusqu'à augmenter de 20 millièmes la densité du mélange, quand il se faisoit par parties égales. C'est ce qui m'a déterminé à donner la table suivante, dans laquelle on trouve pour chaque degré de l'aréomètre, les portions d'eau & d'esprit-de-vin qui forment un volume égal à celui de 1000 grains d'eau, y comprise leur pénétration.

La première colonne de cette table marque de combien de grains, ou de millièmes, une mesure du mélange, égale à celle de 1000 grains d'eau, pèse moins que cette mesure d'eau. Ces différences en moins entre la pesanteur d'une liqueur & celle de l'eau, je les appelerai degrés de légéreté.

La seconde colonne marque, en grains, ou en millièmes, la pesanteur de chaque mélange sous le volume de 1000 grains d'eau, à la température de 10 degrés.

La troisième marque la quantité d'eau pure qui est entrée dans chaque mélange.

La quatrième marque la portion d'esprit-de-vin que contient chaque mélange. Celui que j'ai employé est à l'eau, comme 830 est à 1000.

La cinquième marque de combien de grains, ou de millièmes, les portions d'eau & d'esprit-de-vin de la troisième & de la 4e colonne, se sont pénétrées au moment de leur mélange.

TABLE pour connoître un mélange d'eau & d'esprit-de-vin.

DEGRÉS de l'Aréomètre.	POIDS du mélange.	QUANTITÉ d'eau.	QUANTITÉ d'esprit-de-vin.	PÉNÉTRATION.
0	1000	1000	0	0
1	999	991	8	
2	998	982	16	
3	997	972	25	
	996	963	33	
5	995	953	42	
	994	944	50	
7	993	935	58	3
8	992	925	67	
	991	916	75	
10	990	907	83	
11	989	898	91	
12	988	888	100	
13	987	879	108	
14	986	870	116	6
15	985	85 1	124	
1	984	8 2	1 2	
17	983	43	140	
18	982	834	148	
19	981	824	157	
20	980	815	165	
21	979	806	173	9
22	978	797	181	
23	977	788	189	
24	976	779	197	
25	975	770	205	
26	974	761	213	
27	973	752	221	
28	972	743	229	12
29	971	734	237	
30	970	726	244	
31	969	717	252	
32	968	708	260	
33	967	699	268	
34	966	690	276	
35	965	681	284	15
36	964	673	291	

Degrés de l'Aréomètre.	Poies du mélange.	Quantité d'eau.	Quantité d'esprit-de-vin.	Pénétration.
37	963	665	398	
38	962	657	305	
39	961	650	311	
40	960	642	318	
41	959	634	325	
42	958	626	332	
43	957	619	338	17
44	956	614	345	
45	955	604	351	
46	954	596	358	
47	953	588	365	
48	952	580	372	
49	951	573	378	
50	950	566	384	
51	949	558	391	19
52	948	551	397	
53	947	544	403	
54	946	537	409	
55	945	530	415	
56	944	523	421	
57	943	516	427	
58	942	509	433	
59	941	503	438	
60	940	497	443	20
61	939	491	448	
62	938	485	453	
63	937	479	458	
64	936	473	463	
65	935	467	468	
66	934	461	473	
67	933	455	478	
68	932	449	483	
69	931	443	488	
70	930	437	493	20

Degrés de l'Aréomètre.	Poids du mélange.	Quantité d'eau.	Quantité d'esprit-de-vin.	Pénétration.
71	929	431	498	
72	928	426	502	
73	927	421	506	
74	926	415	511	
75	925	410	515	
76	924	405	519	
77	923	399	524	
78	922	394	528	
79	921	389	532	
80	920	383	537	
81	919	378	541	19
82	918	373	545	
83	917	368	549	
84	916	363	553	
85	615	358	557	
86	914	354	560	
87	913	349	564	
88	912	344	568	
89	911	339	572	
90	910	334	567	
91	909	329	580	
92	908	325	583	
93	907	320	587	
94	906	315	591	
95	905	310	595	
96	904	306	598	17
97	903	301	602	
98	902	296	606	
99	901	291	610	
100	900	286	614	
101	899	282	617	
102	898	277	621	
103	897	272	625	
104	896	268	628	

DEGRÉS de l'Aréomètre.	POIDS du mélange.	QUANTITÉ d'eau.	QUANTITÉ d'esprit-de-vin.	PÉNÉTRATION.
105	895	263	632	
106	894	258	636	
107	893	254	639	
108	892	249	643	15
109	891	245	646	
110	890	240	650	
111	889	235	654	
112	888	231	657	
113	887	226	661	
114	886	222	664	
115	885	217	668	
116	884	212	672	
117	883	208	675	13
118	882	203	679	
119	881	199	682	
120	880	194	686	
121	879	190	689	
122	878	185	693	
123	877	181	696	
124	876	176	700	
125	875	172	703	
126	874	167	707	
127	873	163	710	
128	872	158	714	
129	871	154	717	11
130	870	150	720	
131	869	145	724	
132	868	141	727	
133	867	136	731	
134	866	132	734	
135	865	127	738	
136	864	123	742	
137	863	119	744	
13	862	114	748	

DEGRÉS de l'Aréomètre.	POIDS du mélange.	QUANTITÉ d'eau.	QUANTITÉ d'esprit-de-vin.	PÉNÉTRATION.
139	861	110	751	
140	860	105	755	
141	859	101	758	[illegible]
142	858	97	761	
143	857	93	769	
144	856	89	767	
145	855	85	770	
146	854	81	773	
147	853	77	776	
148	852	73	779	
149	51	69	782	
150	850	65	785	
151	849	61	788	
152	848	57	791	
153	847	53	799	
154	846	49	797	6
155	845	45	800	
156	844	42	802	
157	843	39	809	
158	842	36	806	
159	841	33	808	
160	840	32	810	
161	839	27	814	
162	838	24	819	
163	837	21	186	
164	836	18	818	
165	835	15	820	
166	834	12	822	
167	833	9	829	
168	832	6	826	
169	831	3	828	
170	830	0	830	

Cette table eſt le réſultat de pluſieurs expériences faites & répétées avec toute l'exactitude poſ-

ſible. L'eſprit-de-vin que j'y ai employé étoit à l'eau pure, comme huit cent trente eſt à mille; c'eſt-à-dire que huit cent trente grains de cet eſprit occupoient un volume de mille grains d'eau, ou qu'il étoit de cent ſoixante-dix millièmes plus léger que l'eau pure. Cet eſprit-de-vin avoit été préparé par M. *Peltre*, habile pharmacien, & réputé pour donner à ſes opérations l'attention la plus ſcrupuleuſe. Je ſuis fondé à croire qu'il m'a donné l'eſprit-de-vin le plus pur; puiſque le célèbre M. *Beaumé*, dans ſes élémens de pharmacie, regarde comme très-rectifié tout eſprit-de-vin, dont ſix gros quarante-huit grains rempliſſent une bouteille capable de contenir une once d'eau, & qui par conſéquent eſt à l'eau, comme cent trente-trois un tiers eſt à mille, ou qui eſt de 166 millièmes 2 tiers plus léger que l'eau pure. Il eſt bon d'obſerver que j'ai comparé mon eſprit-de-vin à l'eau, ſous la température de 10 degrés de Réaumur, ainſi que l'a fait M. *Beaumé*.

J'avois un eſprit-de-vin de 170 degrés de légèreté. Cette différence, entre ſa peſanteur ſpécifique & celle de l'eau pure, m'a déterminé à faire les mélanges par parties qui fuſſent des 170mes du total.

J'ai commencé par mettre 10 parties d'eſprit-de-vin ſur 160 parties d'eau, & j'ai trouvé que ce mélange qui, ſelon les règles d'alliage, devoit être à 10 degrés de légèreté, & ne peſer que 990 grains ſous le volume de 1000 grains d'eau, de fait étoit à 7 degrés, & peſoit 993 grains. J'en ai conclu, 1°. que 993 grains de ce mélange contenoient 935 grains d'eau & 58 grains d'eſprit-de-vin pur: 2°. que l'eau & l'eſprit-de-vin s'étoient pénétrés ou condenſés de 3 millièmes dans le mélange.

Un ſecond mélange de 20 parties d'eſprit-de-vin & de 150 parties d'eau, ſoumis à l'aréomètre, s'eſt trouvé à 14 degrés au lieu d'être à 20, & peſer 986 grains au lieu de 980: d'où j'ai conclu qu'un volume de ce mélange à celui de 1000 grains d'eau, contenoit 116 grains d'eſprit-de-vin ſur 870 d'eau, & que leur pénétration étoit de 6 millièmes.

Après avoir fait de la même manière un troiſième mélange de 30 parties d'eſprit-de-vin ſur 140 parties d'eau; un 4e de 40, ſur 130, un 5e de 50, ſur 120, &c. avoir déterminé le poids de chaque mélange ſous le volume de 1000 grains d'eau, le nombre de grains d'eau & le nombre de grains d'eſprit-de-vin qui entroient dans chacun, leur pénétration; j'en ai dreſſé une table compoſée de 18 termes. Puis inſérant entre ces termes autant de moyens arithmétiques qu'il y avoit de degrés de différence, j'ai formé la table entière telle qu'on la voit. La ſolution des problèmes ſuivans én fera connoître l'uſage & l'utilité.

1°. *Trouver par le moyen de l'aréomètre ce que pèſe la pinte d'une liqueur donnée.*

L'aréomètre ſubmergé juſqu'au point d'émail, vous fera connoître, par le nombre de grains que vous aurez mis ſur le godet ajouté à celui qui s'y trouve écrit, ce que pèſe une meſure de cette liqueur égale au volume de 1000 grains d'eau. Multipliez ce nombre par 18, vous aurez en grains le poids d'une pinte de cette liqueur. En effet, la pinte de Paris contient 18000 grains d'eau diſtillée: L'aréomètre marque ce que pèſe une meſure de liqueur égale au volume de 1000 grains de cette eau: il marque donc ce que pèſe la dix-huitième partie de la pinte. Donc, en multipliant par 18, le poids trouvé par l'aréomètre ou marqué dans la table, vous aurez le poids d'une pinte de la liqueur propoſée.

2°. *Un vin d'un degré connu ayant été altéré par un mélange d'eau, trouver la quantité d'eau qui a été miſe dans le vin.*

Voyez dans la troiſième colonne la quantité d'eau qui répond au degré du vin avant ſon altération, & enſuite celle qui répond au degré du même vin après ſon altération; comparez ces deux quantités d'eau: leur différence marque évidemment combien on a mis d'eau dans le vin.

On connoîtra de la même manière un mélange d'eau-de-vie & d'eau.

3°. *Le degré de légereté d'un vin étant connu; trouver combien on peut en tirer d'eau-de-vie d'un degré donné.* Par exemple, combien on tireroit d'eau-de-vie à 70 degrés, d'un vin qui ſeroit de 6 degrés plus léger que l'eau.

Cherchez dans la quatrième colonne combien il y a d'eſprit-de-vin dans le mélange qui répond à 70 degrés: & combien il y en a dans celui qui répond à 6: vous trouverez 493 & 50. Diviſez la première quantité par la ſeconde; le quotient 9 + 43 cinquantièmes eſt le nombre des meſures de vin à 6 degrés qui donnera au moins une meſure d'eau-de-vie au degré demandé.

Je dis, au moins, parce que le vin contient effectivement plus l'eſprit qu'il n'y en a dans le mélange auquel je le compare. L'eau & l'eſprit ardent ſont bien les principaux élémens du vin, ceux qui entrent dans ſa compoſition en plus grande abondance; mais ils n'en ſont pas les ſeuls. Il y entre des principes ſalins & terreux, dont la peſanteur ſpécifique eſt plus grande que celle de l'eau. Il faut donc plus d'eſprit-de-vin pour les amener au ſixième degré de légèreté, qu'il n'en faut pour faire venir l'eau au même degré. Concluons que le vin en queſtion ne donnera pas une quantité d'eau-de-vie plus petite que celle qui eſt déterminée par la ſolution du problême, mais qu'elle

peut en fournir une plus grande. Le surplus dépend de la quantité des matières terreuses & grossières qui restent en dissolution dans le vin supposé. L'expérience seule peut nous faire connoître ce surplus.

L'erreur seroit moins grande dans l'estimation d'une quantité d'eau-de-vie nécessaire pour faire de l'esprit-de-vin : parce que l'eau-de-vie ne contient guère que du flegme & de l'esprit. Ce qui entre de plus dans sa composition, ne fait qu'une partie insensible de son poids.

Ainsi, pour trouver, par exemple, combien il faudroit d'eau-de-vie à 61 degrés pour faire de l'esprit-de-vin à 166, on cherchera dans la table la quantité d'esprit qui répond aux degrés 61 & 166; on trouvera 448 & 822 : divisant le second nombre par le premier, on aura 1 & un peu plus de 8 dixièmes. Ce quotient sera le nombre des mesures d'eau-de-vie qui fera une mesure d'esprit-de-vin.

Il est inutile de s'étendre ici sur les avantages d'un bon aréomètre; puisque personne ne doute que c'est d'après la connoissance de la pesanteur spécifique des liqueurs, que le physicien en découvre les principales propriétés; que le mathématicien en calcule les rapports; que le chimiste s'assure de leur déphlegmation ou concentration, & que le commerçant en apprécie la valeur. Rien de plus utile par conséquent qu'une balance simple, portative, & d'un usage aisé, au moyen de laquelle on puisse voir dans l'instant & avec précision ce que pèse une liqueur quelconque, sous un volume donné.

Nous avons cru qu'il étoit à propos de faire connoître les divers aréomètres qui ont été inventés jusqu'à ce jour, persuadés que ceux qui cultivent les sciences physiques, en liroient avec plaisir les différentes descriptions accompagnées de figures. Nous les avons tous fait construire pour le cabinet de physique des états-généraux de Languedoc, ceux qui nous paroissent mériter la préférence, sont ceux à tige & à godet, de Dom Casbois.

On observera ici qu'il est à propos d'avoir plusieurs sortes d'aréomètres dans un cabinet de physique complet, dont les uns servent pour les acides concentrés, d'autres pour les eaux minérales, les eaux ordinaires; quelques-uns pour les vins & pour les eaux-de-vie & les esprits, enfin d'autres pour les ethes. On sent bien que si on n'employoit qu'un seul aréomètre pour les différens usages auxquels cet instument peut servir, il devroit être d'une grandeur & d'un volume considérable, & qu'il exigeroit une grande quantité de liqueur pour l'épreuve, ce qui seroit très-incommode & dispendieux.

Ainsi, un seul aréomètre qui serviroit à éprouver les acides minéraux les plus concentrés, & tous les liquides intermédiaires, jusqu'aux ethers les mieux rectifiés, auroit une longueur deméfurée; c'est pourquoi il faut, ainsi que nous l'avons dit, avoir une suite d'aréomètres dont l'un commence où l'autre finit, & qui puissent servir à peser la série de liquides dont nous avons parlé.

Aréomètre a pompe. *Voyez hygroclimax.*

ARGENT. L'argent que les anciens nommoient *lune* est un métal parfait, d'un blanc brillant & éclatant. Il n'a aucune odeur ni saveur. Plus dur que l'or, l'étain & le plomb, il l'est moins que le cuivre & le fer. Pesé à la balance hydrostatique, il perd environ un onzième de son poids : un pied cube d'argent fondu, pèse sept cent vingt livres. La ténacité de ses parties est près de moitié moindre que celle de l'or : un fil d'argent, d'un dixième de pouce de diamètre, ne peut soutenir qu'un poids de deux cent soixante-dix livres avant que de se rompre, selon les expériences de M. Bertoud, dans son *essai sur l'horlogerie.*

Après l'or, l'argent est le plus ductile des métaux; à force de le battre on le réduit en lames ou feuilles plus minces que le papier le plus fin. Un grain d'argent, qui est bien peu de chofes, peut former par son extension, un vaisseau capable de contenir une once d'eau ou une lame de trois aunes de long & de deux pouces de large. On peut en faire de même des fils de la plus grande finesse, comme on le verra à l'article Divisibilité.

L'agent est plus sonore & plus dur que l'or, le son qu'il rend a de l'éclat. Il se fond à un degré de feu un peu moindre que l'or : & il est presqu'aussi fixe & aussi indestructible que l'or. Kunkel a tenu de l'argent, de même que de l'or, dans un feu de verrerie, pendant plus d'un mois, sans éprouver aucune altération : on n'y a remarqué qu'un petit déchet de quelques grains, qui pouvoit venir de l'alliage de quelque matière étrangère. La chaleur fond, fait bouillir & volatilise l'argent, mais sans altération. Tenu en fusion pendant quelque temps, ce métal se boursoufle & il exale des vapeurs qui ne sont que de l'argent volatilisé, ainsi que le prouvent les expériences faites en 1772, par MM. Macquer, Tillet, Lavoisier & Brisson, au foyer des deux grandes lentilles de Tschirnhausen, de 33 pouces de diamètre, & de la loupe de M. de Trudaine. On y vit l'argent fondu répandre une fumée épaisse de cinq à six pouces de hauteur, qui blanchissoit une lame d'or qu'on y exposoit; on observa de même une lame d'argent se dorer à la fumée de l'or; d'où il suit que la fumée de l'or & de l'argent ne sont que ces métaux eux-mêmes volatilisés, comme la fumée de l'eau, celle du mercure, &c., ne sont que l'eau réduite en vapeurs, ou le mercure volatilisé. La fixité des métaux parfaits, ni probablement celle d'aucun autre

corps, n'eſt donc point abſolue, comme le remarque M. Macquer, elle eſt ſeulement relative au degré de chaleur qu'ils éprouvent.

L'argent ſe criſtalliſe en pyramides tétraëdres, mais pour cet effet le refroidiſſement doit être lent & tranquille; l'action combinée de l'air & de l'eau n'altère pas la couleur & le brillant de l'argent, & n'y occaſionne aucune rouille; néanmoins la ſurface de ce métal ſe ternit un peu. On a cru longtemps que ce métal étoit indeſtructible par l'action combinée de la chaleur & de l'air; il eſt certain que, tenu en fuſion avec le contact de l'air, il ne paroît pas s'altérer ſenſiblement. Cependant Macquer ayant expoſé de l'argent dans un creuſet de porcelaine au feu qui cuit celle de Sève, a obtenu, à la vingtième fuſion, une matière vitriforme d'un vert d'olive qui paroît être un véritable oxide (chaux) d'argent vitreux. Junker avoit eu le même réſultat par un autre procédé. L'argent expoſé au foyer des verres ardens dont on a parlé plus haut, a toujours préſenté une matière blanche, pulvérulente à ſa ſurface, & un enduit vitreux verdâtre. Ces deux faits, dit M. Fourcroy, ne peuvent laiſſer de doute ſur l'altération de l'argent, quoiqu'il ſoit beaucoup plus difficile à oxider que les autres matières métalliques; il eſt cependant ſuſceptible de ſe changer à la longue en un oxide blanc qui, traité à un feu violent, donne un verre couleur d'olive. La commotion électrique paroît oxider ce métal.

L'eau n'a pas d'action ſur l'argent. Les matières ſalino-terreuſes & les alkalis n'agiſſent pas non plus ſur lui d'une manière ſenſible.

L'acide vitriolique (ſulfurique) très-concentré & bouillant, diſſout l'argent très-diviſé : de cette diſſolution, on obtient une grande quantité de gaz acide ſulfureux.

L'acide nitreux (nitrique) oxide & diſſout l'argent avec rapidité, même ſans chaleur; & il ſe dégage alors beaucoup de gaz nitreux. L'acide nitrique peut même diſſoudre plus de la moitié de ſon poids d'argent. Cette diſſolution eſt d'une très-grande cauſticité : en faiſant évaporer, on obtient par le réfroidiſſement une grande quantité de criſtaux blancs, en forme d'écailles, nommés *cryſtaux de lune*. C'eſt du nitrate d'argent qui détonne bien ſur un charbon ardent, & laiſſe enſuite une poudre blanche qui eſt de l'argent pur : il eſt très-fuſible, & forme la *pierre infernale*.

Preſque toutes les matières métalliques décompoſent la diſſolution nitrique d'argent, ayant plus d'affinité avec ce métal, qu'avec l'acide nitrique. La plupart des métaux & des demi-métaux précipitent l'argent dans ſon état métallique, parce qu'ils lui enlèvent l'oxigène avec lequel ils ont plus d'affinité. Dans une diſſolution de l'argent par l'acide nitrique, étendue dans l'eau, la lenteur de la précipitation par le mercure, produit un arrangement ſymmétrique auquel on a donné le nom d'*arbre de Diane*, (*Voyez arbre* DE DIANE.) parce qu'il repréſente une ſorte de végétation en forme de buiſſon, plus ou moins touffu.

Le cuivre plongé dans une diſſolution d'argent en précipite de même ce métal ſous la forme brillante & métallique. C'eſt le procédé uſité pour ſéparer l'argent de ſon diſſolvant après l'opération du départ.

L'acide marin (muriatique) ne diſſout point immédiatement l'argent, mais bien ſon oxide. Lorſque cet acide eſt ſurchargé d'oxigène, il oxide facilement le métal, L'acide nitro-muriatique agit ſur l'argent, & le précipite à meſure que la diſſolution s'opère. On ne connoît pas bien l'action des autres acides ſur l'argent.

L'argent s'unit avec l'arſenic, qui le rend caſſant; il ſe combine difficilement avec le cobalt. Il s'allie très-bien au biſmuth, & forme avec lui un métal mixte fragile. Ce métal ſe fond avec l'antimoine, & l'alliage qui en réſulte eſt très-fragile; il ſe combine facilement avec le zinc, par la fuſion, & l'alliage eſt très-caſſant. Il s'unit très-bien avec l'étain qui, même en petite doſe, lui fait perdre toute ſa ductilité. Il s'allie promptement avec le plomb, qui le rend très-fuſible, & qui lui ôte ſon élaſticité & ſa qualité ſonore. Il ſe combine avec le fer. De cet alliage, il réſulte une ſubſtance preſqu'auſſi blanche que l'argent, laquelle eſt malléable & attirable à l'aimant. Il ſe fond & ſe combine en toutes proportions avec le cuivre qui ne lui ôte pas ſa ductilité, mais le rend plus dur & plus ſonore, & avec lequel il forme un alliage ſouvent employé dans les arts.

Le mercure diſſout complétement, & même à froid, l'argent; mais il diſſout l'or plus facilement, & moins aiſément le plomb, l'étain, le cuivre & le fer. L'alliage de l'argent avec le mercure, a non-ſeulement une peſanteur ſpécifique plus grande qu'elle ne devroit être, ſuivant les règles de l'alliage, mais encore elle eſt plus grande que celle du mercure même, quoique l'argent ſoit plus léger. La preuve en eſt que l'amalgame d'argent va au fond du mercure; & de plus cela eſt démontré par les expériences de la balance hydroſtatique.

On trouve l'argent ſous différentes formes dans l'intérieur de la terre : l'argent vierge ou natif qui a ſon brillant & ſa ductilité; on remarque en lui différentes variétés pour la forme; mais plus communément la nature nous le préſente dans l'état minéral; il eſt alors uni avec beaucoup de matières hétérogènes, telles que des ſubſtances métalliques & des ſubſtances minéraliſantes, qui ſont le ſoufre & l'arſenic, dont on le ſepare par divers procédés uſités dans l'art docimaſtique & dans les travaux en grand des mines;

L'argent est purifié de l'alliage des autres métaux destructibles, en le traitant avec le nitre ou avec le plomb. cette purification de l'argent s'appelle *affinage* ou *coupellation*, parce qu'elle se fait dans une coupelle. Ces opérations sont fondées en général sur la destructibilité des métaux imparfaits, & l'indestructibilité de l'argent qui est un métal parfait. Mais si l'or est mêlé avec l'argent, il faut avoir recours, pour séparer ces deux métaux, à l'opération du *depart*, dans laquelle on emploie un dissolvant qui n'a pas d'action sur l'or.

L'argent qui est plus pesant que l'étain, le fer & le cuivre, pèse moins que l'or & le plomb fondu & bien pur; sa pesanteur spécifique, selon M. Brisson, est à celle de l'eau distillée comme 104743 est à 10000. Un pouce cube de cet argent pèse 6 onces 6 gros 22 grains; & un pied cube pèse 733 livres 3 onces 1 gros 52 grains. Cet argent fortement écroui a plus de pesanteur spécifique, puisqu'elle est alors 105107; ce qui fait une augmentation d'$\frac{1}{288}$. Un pouce cube de cet argent pèse 6 onces 6 gros 36 grains; & un pied cube pèse 735 livres 11 onces 7 gros 43 grains.

L'argent parfaitement fin est à douze deniers, chaque denier se divisant en 24 grains. « Celui que l'on emploie dans l'orfévrerie de Paris a un vingt-quatrième d'alliage; c'est-à-dire, qu'il est a 11 $\frac{1}{2}$ deniers de fin: encore permet-on $\frac{2}{24}$ de denier ou 2 grains d'alliage de plus: de sorte qu'il est ordinairement à 11 deniers 10 grains de fin, & 14 grains d'alliage. Cet argent n'étant que simplement fondu, a une pesanteur spécifique, qui est à celle de l'eau de pluie ou de l'eau distillée, comme 10175 est à 10000. Ainsi, le pouce cube de cet argent pèse 6 onces 4 gros 55 grains, & le pied cube pèse 712 livres 4 onces 1 gros 57 grains. Mais lorsque cet argent a été fortement écroui, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau de pluie, dit M. Brisson, comme 103765 est à 10000. Sa densité a donc été augmentée par l'écroui d'environ $\frac{2}{103}$. Un pouce cube de cet argent pèse 6 onces 5 gros 57 grains; & un pied cube pèse 726 livres 5 onces 5 gros 32 grains.

L'argent employé pour la monnoie de France, doit être à 11 deniers de fin & un denier d'alliage; mais on permet $\frac{3}{24}$ de denier ou 3 grains d'alliage de plus; c'est-à-dire, qu'il est ordinairement à 10 deniers 21 grains de fin, & un denier 3 grains d'alliage. Cet argent n'étant que simplement fondu, a une pesanteur spécifique qui est à celle de l'eau de pluie, comme 100476 est à 10000. Le pouce cube de cet argent pèse donc 6 onces 4 gros 7 grains, & le pied cube pèse 703 livres 5 onces 2 gros 36 grains. Mais lorsque cet argent a été fortement comprimé sous le balancier dont on fait usage pour donner l'empreinte à la monnoie, sa pesanteur spécifique est considérablement augmentée: elle est à celle de l'eau de pluie comme 104077 à 10000. Sa densité est donc augmentée par cette forte compression d'environ $\frac{1}{28}$. Un pouce cube de cet argent ainsi comprimé, péseroit 6 onces 5 gros 70 grains; & un pied cube péseroit 728 livres 8 onces 4 gros 71 grains.

Connoissant la pesanteur spécifique du cuivre rouge qu'on emploie pour allier l'argent, (*voyez* CUIVRE) il est aisé de voir que les deux espèces d'argent allié dont on fait usage, savoir, celui de l'orfévrerie & celui de la monnoie, n'ont pas une densité aussi grande que l'exigent les densités particulières des deux métaux qui composent le mélange. Cela vient de ce que, non seulement, il n'y a point de pénétration mutuelle de ces deux métaux dans les pores l'un de l'autre, comme il y en a une dans le mélange de l'or & du cuivre, mais encore de ce que leurs parties ne sont pas autant rapprochées qu'elles pourroient l'être. C'est la raison pour laquelle la densité de ces métaux alliés augmente si considérablement par l'écroui, qui tend à en rapprocher les parties. » (*Voyez les mém. de l'acad. des sciences.* 1772. 2 *Partie*, pag. 13 & *suiv.*

Nous terminerons cet article, en faisant connoître la fulmination de l'argent. M. Bertholet qui avoit donné une nouvelle théorie de la fulmination de l'or, fut conduit par elle à la fulmination de l'argent: il est parvenu à obtenir de l'argent un produit plus fulminant encore, un *produit intactile*, qui fulmine a l'instant qu'on le met en contact avec un corps quelconque. En voici le procédé.

Prenez de l'argent de coupelle, dissolvez-le dans l'acide nitrique: précipitez l'argent de cette dissolution par l'eau de chaux; décantez & exposez l'oxide (le précipité) pendant trois jours à l'air. M. Bertholet imagine que la présence de la lumière peut influer sur le succès de l'expérience.

Etendez cet oxide desséché dans de l'ammoniac, (ackali volatil caustique) il prendra la forme d'une poudre noire; décantez & laissez sécher à l'air cette poudre; c'est elle qui forme l'argent fulminant.

La poudre à canon, l'or fulminant même ne peuvent pas être comparés à ce produit nouveau. Il faut le contact du feu pour faire détonner la poudre; il faut faire prendre à l'or fulminant un degré de chaleur sensible pour qu'il fulmine, tandis que le contact d'un corps froid suffit pour faire détonner l'argent fulminant; enfin, ce produit une fois obtenu, on ne peut plus le toucher; on ne doit pas prétendre l'enfermer dans un flacon, il faut qu'il reste dans la capsule, où, par l'évaporation, il a acquis cette terrible propriété.

Les effets suivans sont certains. Le poids d'un grain d'argent fulminant qui étoit dans une petite capsule

capsule de verre, a réduit la capsule en poudre, & a lancé les éclats du verre avec assez de force pour percer plusieurs doubles de papier.

Le vent ayant renversé un papier sur lequel étoient quelques atômes de cette poudre, la portion mise en contact avec la main, fulmina, a plus forte raison la portion de cette même poudre qui tomba de la hauteur de la main à terre. Enfin, une goutte d'eau tombée de haut sur l'argent fulminant, la fait fulminer.

L'expérience suivante est bien propre à compléter l'idée que l'on doit se former de la propriété fulminante de cette préparation. Prenez l'ammoniac qui a été employé à la conversion de l'acide d'argent en ce précipité noir qui fait l'argent fulminant; mettez cet ammoniac dans un petit matras de verre mince, & faites-lui prendre le degré de l'ébullition nécessaire pour compléter la combinaison; retirez le matras du feu; il se formera sur sa paroi intérieure un enduit hérissé de petits cristaux que recouvrira la liqueur.

Si, sous cette liqueur refroidie, on touche un de ces cristaux, il se fait une explosion qui brise le matras. On a vu dans cette occasion le fluide élancé au plafond du laboratoire, & le matras mis en éclat par cette expérience.

De ces expériences, on doit conclure qu'il faut user de grandes précautions relativement à l'argent fulminant, qu'on ne doit en tenter la fulmination que sur de petites quantités, le poids d'un grain; car un plus grand volume donneroit lieu à une fulmination dangereuse. Il faut encore en inférer la nécessité de ne faire cette préparation que le visage couvert d'un masque garni d'yeux de verre; & pour éviter la rupture des capsules de verre, il est prudent de faire dessécher l'argent fulminant dans de petites capsules de métal.

La théorie de ce phénomène est la même que celle de l'or fulminant, établie par M. Bertholet dans les mémoires de l'académie des sciences, année 1785. Dans cette opération, l'oxigène (générateur de l'acide) qui tient très-peu à l'argent, se combine avec l'hydrogène (générateur de l'eau) de l'ammoniac: de la combinaison de l'oxigène & de l'hydrogène, il se forme de l'eau dans l'état de vapeur.

Cette eau vaporisée instantanément, jouissant de toute l'élasticité, de toute la force expansive dont elle est douée dans cet état de vaporisation, est la cause principale du phénomène, dans lequel l'*azoth* qui se dégage de l'ammoniac avec toute son expansibilité joue un si grand rôle. Après la fulmination, l'argent est révivifié, & a repris son état métallique.

ARGENT (*vif*) *Voyez* MERCURE.

ARGENTER; c'est appliquer sur différentes surfaces des feuilles d'argent, de telle sorte qu'on ne puisse pas reconnoître au coup-d'œil, la différence qu'il y a entre l'argent & un corps *argenté*. C'est par le moyen du feu qu'on argente les métaux; pour les autres substances on emploie des matières glutineuses.

ARGESTE. Espèce de vent dont la direction décline du sud vers l'ouest de 75 degrés, selon Vitruve. Ce mot est hors d'usage actuellement.

ARGO, ou le NAVIRE D'ARGO; c'est une constellation de l'hémisphère Austral.

AGRYCOROME, nom donné aux comètes d'une couleur argentine, assez brillante pour éblouir les yeux.

ARIMPHÉENS. Les peuples Arimphéens ont été ainsi nommés par les anciens, parce que ces peuples très-septentrionaux, habitoient en deça des monts Riphées. Les monts Riphées formoient cette chaîne de montagne qui s'étend entre l'Europe & l'Asie, de l'est au nord, qui aboutit d'un côté à la mer Caspienne, & de l'autre à l'embouchure de l'Oby dans la mer Glaciale. C'est des monts Riphées qu'ont fit sortir les vents: *pone Riphœos montes, ultraque Aquilonem, &c.*

ARISTOTE. Il n'est aucun philosophe ancien qui ait eu plus de célébrité, & dont l'empire sur les esprits ait été plus grand. Long-temps dans les écoles on a vu régner un enthousiasme étonnant en faveur de ce philosophe; regardé comme un oracle ou plutôt comme le dieu de la science, il n'étoit pas permis de penser différemment d'Aristote; & avant la renaissance des lettres, avant que Descartes parût, les scolastiques ne juroient que par l'autorité de ce philosophe.

C'est à Stagyre, ville de Macédoine, 384 avant l'ère chrétienne, qu'Aristote naquit; il étoit fils d'un médecin nommé *Nicomachus*, & de *Festiade*; il perdit de fort bonne heure ses parens, Proxenus, ami de son père, se chargea de son éducation, mais la négligea beaucoup: aussi le jeune élève se livra-t-il à la débauche, dans laquelle il dissipa une grande partie de ses biens: on dit qu'il prit ensuite le parti des armes, qu'il quitta bientôt pour suivre à dix-huit ans le conseil de l'oracle de Delphes, qui lui ordonna d'aller à Athènes. Là il entra dans l'école de Platon dont il fut le plus brillant ornement. Sa passion pour l'étude étoit même si grande, qu'il mangeoit & dormoit peu, & que, au rapport de Diogène-Laërce, pour vaincre le sommeil que, la nuit, il étendoit hors du lit une main dans laquelle il tenoit une boule d'airain, afin que le bruit de sa chûte dans un bassin, le réveillât. On a prétendu, mais sans preuves, qu'il se rendit coupable d'ingratitude envers son

maître. Bien loin de-là, il parla toujours avec respect de Platon, & fit son oraison funèbre. *Aristote* se retira ensuite à Atarne, petite ville de la Mysie, auprès du Roi *Hermias*, son condisciple, dont il épousa la nièce.

Lorsqu'*Alexandre* le grand eut atteint l'âge de 14 ans, *Philippe* son père, instruit de la grande réputation d'Aristote, lui écrivit cette lettre si connue, dans laquelle il lui disoit ces paroles remarquables : *je vous apprend que j'ai un fils ; je remercie les dieux, non pas tant de me l'avoir donné, que de me l'avoir donné du temps d'Aristote. J'espère que vous en ferez un successeur digne de moi, & un roi digne de la Macédoine.* Le Philosophe travailla pendant huit ans, au rapport de Plutarque, à lui inspirer le goût des vertus & celui des sciences. Mais l'amour des conquêtes l'emporta & le prince partit ensuite pour l'Asie.

On dit que Philippe, en reconnoissance des services d'Aristote, lui fit élever une statue & rebâtir sa patrie, ruinée par les guerres. Aristote retourna à Athènes, lorsqu'Alexandre, dévoré par la soif des conquêtes, se détermina à ravager le monde. Les honneurs l'y attendoient : les habitans lui donnèrent le *lycée*. Il y donna, pendant treize ans, ses leçons, ce qui fit appeler sa secte la *secte des péripatéticiens.* Le bruit de ses succès parvint jusqu'à Alexandre : ce prince grand en tout, lui donna 800 talens, somme considérable pour le temps, & lui fit fournir tous les moyens possibles pour faire des recherches dans la science de l'histoire naturelle. Son *histoire des animaux* est un des plus excellens ouvrages que l'antiquité ait produits : on y trouve des observations qui feroient honneur aux derniers siècles ; il suffit de dire que notre célèbre Buffon en a fait les plus grand éloges.

Parvenu au plus haut période de gloire, Aristote eut encore celle d'être attaqué par l'envie qui la suit presque toujours de près. *Eurimon*, prêtre de *Cérès* l'accusa d'impiété. Se souvenant de la mort de Socrate, il s'enfuit à *Chalcis* en *Eubée*, *pour empêcher*, disoit-il, *qu'on ne commît une seconde injustice contre la philosophie* ; il y mourut, dit-on, d'une colique, à l'âge de soixante-trois ans, deux ans après la mort d'Alexandre. Quelques historiens ont assuré qu'il périt accablé de veilles & de travaux ; d'autres prétendent qu'il se précipita dans l'*Euripe* par désespoir, ne pouvant comprendre la cause des irrégularités du flux & du reflux de ce fleuve. Cette dernière opinion qui n'a aucun fondement solide, est de la dernière invraisemblance. Après sa mort ses compatriotes lui élevèrent des temples, lui dressèrent des statues, & lui consacrèrent tous les ans un jour de fête.

Les ouvrages d'*Aristote* sont en grand nombre ; il les confia en mourant à son disciple Théophraste. Les principaux & les plus estimés sont, sa dialectique, sa morale, sa poétique, sa rhétorique & son histoire des animaux. La meilleure édition de ses ouvrages est celle de paris, donnée par Duval en 2 vol. in-fol. On a dit que le nombre des commentateurs des ouvrages d'Aristote, se montoit à plus de quatorze mille. A la décadence de l'empire Romain & des lettres, ses ouvrages passèrent chez les Arabes, qui les défigurèrent & y ajoutèrent une infinité d'absurdités. L'Afrique, la Perse, la Tartarie & d'autres contrées, maintenant barbares, les reçurent & les adoptèrent avec transport. Vers le onzième siècle, les scolastiques les remirent en honneur dans l'occident, avec les nombreux & ridicules commentaires des Arabes ; & l'empire de ce prince des philosophes fut si bien établi, que Descartes & ses disciples eurent de grands obstacles à surmonter pour faire percer la nouvelle méthode de philosopher.

Le reproche qu'on peut faire aux ouvrages physiques d'Aristote, c'est qu'ils ne sont guère, sur-tout sa physique générale, que de la métaphysique. On trouve dans sa physique particulière quelques bonnes observations, mais dans l'enfance des sciences, il n'étoit pas possible de faire quelque chose de mieux ; la physique expérimentale n'étoit pas encore née. C'est à l'article péripatétisme, qu'on doit renvoyer l'exposé de la doctrine que ce prince des philosophes enseigna dans le lycée.

ARISTOTELISME. Par cette expression on doit entendre la doctrine d'Aristote. La *rhétorique* & la *poétique* de ce philosophe sont peut-être ceux de ses ouvrages qui sont les plus estimés ; une lecture des productions d'Homère lui avoit formé le goût. Ses traités de morale viennent ensuite. Dans sa logique, il a tracé les principales sources de l'art de raisonner ; mais on lui reproche quelques défauts, l'obscurité & la prolixité. Ces objets n'étant point du ressort de cet ouvrage, nous passerons à sa physique.

Aristote admet trois principes qui sont, selon lui, la *matière*, la *forme*, la *privation*. *Cette matière première*, principe de tous les corps est définie *ce qui n'est, ni qui, ni combien grand, ni quel, ni rien de ce par quoi l'être est déterminé* ; la forme est second principe ; c'est le principe actif qui constitue le corps ; & il y a autant de formes naturelles, qu'il y a de corps primitifs. La privation n'est point une substance ; mais tout corps qui reçoit une telle forme, ne doit pas l'avoir auparavant. Passant ensuite à l'explication des causes, il dit que la nature est un principe effectif, une cause plénière qui rend tous les corps où elle réside, capables eux-mêmes de mouvement & de repos ; c'est elle qui produit les formes, ou plutôt qui se divise & subdivise en une infinité de formes, suivant les besoins de la matière : par là il explique tous les changemens qui arrivent aux corps. Il n'y en a aucun qui soit parfaitement en repos, parce qu'il n'y en a aucun

qui ne fasse ressort pour se mouvoir. Il conclut de là que la nature inspire une espèce de nécessité à la matière; que celle-ci est assujettie à recevoir toutes les formes qui se présentent, & qui se sucèdentu dans un certain ordre. C'est là cette fameuse entéléchie qui a fait dire tant d'extravagances aux scolastiques.

Avant Socrate, on croyoit que nul être ne périssoit, & qu'il ne s'en reproduisoit aucun, & que tous les changemens des corps n'étoient que de nouveaux arrangemens. Aristote rejetant ces idées, établit une génération & une corruprion proprement dites. Il reconnut qu'il se formoit de nouveaux êtres, & qu'ils périssoient à leur tour. De-là ont pris naissance les formes substantielles, les entilés, les modalités, les intentions réflexes, &c. Tous termes qui ne réveillant aucune idée, dit judicieusement M. Diderot, dans son grand article aristotélisme dont nous tirons ce quil y a de principal sur cette doctrine du prince des philosophes; tous termes disons-nous, qui perpétuent vainement les disputes & l'envie de disputer. Aristote descend ensuite à un très-grand nombre d'explications de physique particulière: on lit avec plaisir ce qu'il dit dans ses quatre livres sur les météores.

L'histoire des animaux d'Aristote, qu'on peut rapporter à la physique particulière, selon M. de Buffon, est peut-être encore aujourdhui ce que nous avons de mieux en ce genre; il seroit à désirer qu'il nous eût laissé quelque chose d'aussi complet sur les végétaux & sur les minéraux. « Cet ouvrage d'Aristote s'est présenté à mes yeux comme une table des matières qu'on auroit extraite avec le plus grand soin de plusieurs milliers de volumes remplis de descriptions & d'observations de toute espèce; c'est l'abrégé le plus savant qui ait jamais été fait, si la science est en effet l'histoire des faits. »

Voici de nouveaux dogmes de la physique d'Aristote: de la matière première combinée avec la forme, ce philosophe tire quatre élémens, le feu, l'air, l'eau & la terre; mais pour former les cieux & les corps électriques, il imagina une quintessence incorruptible, une cinquième nature de corps qui se meut toujours circulairement. C'est des quatre élémens que sont composés tous les corps sublunaires, & le mouvement qui leur convient est celui qui est en ligne droite. L'air & le feu sont légers, tendent en haut, & vont se ranger à la circonférence. L'eau & la terre sont au contraire pesans & sont poussés vers le centre. Les fausses idées qu'Aristote s'étoit faites sur le mouvement, l'avoient conduit à croire l'éternité du monde.

En lisant ses ouvrages, on est bientôt convaincu que ce prince des philosophes n'a point eu d'idées saines de la divinité, qu'il n'a nullement connu la nature de l'âme, ni son immortalité, ni la fin pour aquelle elle est née. N'est-il pas étonnant d'après lui, que même dans les plus beaux siècles de l'Église des scolastiques aient été assez prévenus en faveur de ses ouvrages pour les élever à la dignité de texte divin.

Lorsque les injustes persécutions des prêtres de Cérès contraignirent Aristote de se retirer à Chalcis, il nomma Théophraste pour son successeur, & lui légua tous ses manuscrits. Ce philosophe jouit toute sa vie d'une très-grande réputation; mais par sa mort le lycée perdit beaucop, néanmoins on continua toujours d'y enseigner. Les professeurs furent Démétrius de Phalère, Straton, surnommé le *physicien*; Lycon, Ariston de l'isle de Céa, Crytolaüs & Diodore qui vécut sur la fin de la 160e olympiade.

Quoique la philosophie fût fort cultivée sous les empereurs Romains, sa décadence suivit bientôt celle de l'empire, & les Barbares portèrent le dernier coup à l'un & à l'autre. Les peuples croupirent long-temps dans l'ignorance, une fausse dialectique dont la finesse consistoit dans l'équivoque des mots & dans des distinctions qui ne signifioient rien, étoit alors seule en honneur. A la naissance des lettres, quelques savans versés dans la langue greque donnèrent une version exacte des ouvrages d'Aristote, à la place de ces traductions barbares qui représentoient plutôt l'esprit tudesque des traducteurs, que le beau génie de ce philosophe. Jusques-là on n'avoit consulté qu'Averroès; c'étoit là qu'alloient se briser toutes les disputes de savans. Ce commentateur arabe d'Aristote, naquit à Cordoue dans le douzième siècle; & on n'eut long-temps en Europe qu'une version latine très-inexacte, faite sur une copie arabe qui ne l'étoit pas moins, de la traduction infidèle qu'Averroès avoit faite en arabe des œuvres d'Aristote, ce qui lui fit cependant donner le nom de chef du péripatétisme.

Théodore de Gaza & George de Trebisonde, cultivèrent ensuite la philosophie de Péripatéticiens, & la défendirent avec un très-grand zèle contre leurs ennemis. Les savans, à la renaissance des lettres, étoient partagés entre Platon & Aristote. On fit des volumes de part & d'autre; on trouve plus aisément des injures que de bonnes raisons. Pomponace fut un des plus célèbres péripatéticiens du seizième siècle, ainsi qu'Augustin Niphus, Zaborella Pillotomini, Césalpin Cremonin, &c. & en dernier lieu Corringius avec qui, du temps de Descartes, mourut le péripatétisme.

ARISTOXÈNE de Tarente, disciple d'Aristote, est regardé comme le chef de la secte des Aristoxéniens qui étoit opposée à celle des Pytagoriciens, sur la mesure des intervalles & sur la manière de déterminer les rapports des sons. Les premiers s'en rapportoient uniquement au jugement de l'oreille, & les seconds à la précision du calcul. *Aristoxène*, s'appliqua non-seulement à la musique, mais encore à la philosophie; il vécut du temps d'Aléxandre

le grand & de ses premiers successeurs. De 453 volumes, dont *Suidas* le fait auteur, il ne nous reste que ses *élémens harmoniques*, en 3 livres, qui est le plus ancien traité de musique qui soit parvenu jusqu'à nous.

ARITHMÉTIQUE. C'est la science qui traite des propriétés des nombres & de leurs rapports, d'où elle tire l'art de faire sur les nombres, différentes opérations qui se réduisent toutes à un petit nombre telles que l'addition, la soustraction, la multiplication & la division; encore ces deux dernières ne diffèrent-elles pas essentiellement des deux premières, car la multiplication est une addition répétée, & la division une soustraction réitérée; on peut en dire autant des extractions de racine, des élévations de puissances, des règles de proportion, & de tout ce qui en dépend, &c. &c.

On peut encore dire avec un illustre géomètre, que l'arithmétique ou cette science des nombres, n'est autre chose que l'art de trouver d'une manière abrégée l'expression d'un rapport unique, qui résulte de la comparaison de plusieurs autres; & que les différentes manières de comparer donnent les différentes règles de l'arithmétique.

Il y a diffentes espèces d'*arithmétique*; *l'arithmétique théorique*, qui traite des rapports des nombres & en donne des démonstrations; *l'arithmétique pratique*, qui enseigne l'art de faire les différentes règles de calcul. *L'arithmétique instrumentale*, qui donne les moyens de calculer par le secours de quelques instrumens; telle est la machine arithmétique de Pascal; *l'arithmétique numérale*, qui emploie les chiffres ordinaires pour calculer; l'*arithmétique spécieuse* ou *algèbre*, que Newton appele *arithmétique universelle* ou calcul des grandeurs en général; l'*arithmétique logarithmique*, qui s'exécute par les tables des logarithmes; l'*arithmétique decimale*, dans laquelle on emploie une suite de dix caractères; de sorte que la progression aille de dix en dix: telle est notre arithmétique ordinaire qui probablement, a pris son origine des dix doigts de la main. L'*arithmétique binaire*, qui s'exécute par le moyen de deux seuls chiffres, le 1 & le 0; l'*arithmétique tétractique*, qui n'emploie que les chiffres 1, 2, 3; l'*arithmétique des infinis*, ou méthode de sommer une suite de nombres dont les termes sont infinis; l'arithmétique politique dont le but a rapport à l'art de gouverner les peuples; elle recherche, par exemple, le nombre des habitans d'un pays, la quantité des objets de consommation, la durée de la vie, la fréquence des naufrages, des incendies, &c. &c. Le tableau qui est à la fin de cet article, en donnera un exemple.

Ces différentes espèces d'arithmétique ne sont point de notre ressort, on les trouvera traitées dans le dictionnaire de mathématique. Quant à l'arithmétique ordinaire qui est absolument indispensable dans l'étude des sciences, c'est un préliminaire nécessaire que nous supposons déjà rempli par ceux qui se destinent à la physique, & conséquemment il est inutile de la traiter ici. D'ailleurs, on la trouve parfaitement exposée, & avec toute l'étendue nécessaire, dans tous les livres élémentaires de mathématique.

L'arithmétique politique étant nécessaire pour l'administration d'un état, & pour le bonheur d'un empire, il est à souhaiter qu'on la cultive & qu'on la perfectionne. Les deux exemples suivans en montreront l'objet & l'utilité. Quelques auteurs en petit nombre se sont occupés de la population des royaumes, & des revenus qu'on en retire ou qu'on peut en retirer. Restraignons-nous à la France, & donnons en deux mots les résultats de sa population.

Il n'a jamais existé un dénombrement général de la France; une énumération par tête est très-difficile, indépendamment de ce qu'elle seroit très-coûteuse, le peuple s'y refuse toujours. D'après des dénombremens particuliers, on a comparé l'année commune des naissances avec le nombre des habitans, mais les proportions n'étant pas les mêmes par-tout, à cause des émigrations, on a pris une moyenne; il a été prouvé que les extrêmes du rapport des naissances étoient au nombre des habitans, comme 1 est à 22, ou comme 1 est à 29. Les uns ont choisi pour multiplicateur 25, d'autres 25 $\frac{1}{2}$, quelques-uns 25 $\frac{3}{4}$. D'après ce dernier rapport on a trouvé en France 25,165,883 ames.

La totalité des naissances du royaume, depuis 1777, est de 9,662,409; ce qui fait pour l'année commune de dix ans, 966,240. Les naissances multipliées par 25 $\frac{3}{4}$, en y ajoutant pour Paris, 156,768, afin de porter le nombre de ses habitans à 660,000 ames, & 28,529 que donne de plus le dénombrement de la Bourgogne, on trouve le 25,065,585 habitans du royaume.

Il naît un dix-septième de mâles plus que de femelles, & il en meurt un dix-neuvième de plus.

D'après le dénombrement fait avec soin, de 991,829 ames, on a trouvé, 1°. que les femmes faisoient les neuf dix-septièmes de la population de France; d'autres ont trouvé la moitié plus un trente-troisième; 2°. que la totalité des mariages & des veuvages étoient les cinq onzièmes de la population dénombrée. Mais comme la guerre, la marine, les émigrations, font plus mourir d'hommes que de femmes, & que conséquemment le nombre des veuves surpasse celui des veufs, les hommes mariés ou veufs ne forment que les deux neuvièmes de la population. Ainsi donc, d'après ce résultat, en divisant par neuf la population du royaume, qui est de 25,065,883, & doublant le quotient, cela donne 5,570,196 hommes; 3°. les célibataires au-dessous de dix-huit ans, font les seize quarante-unièmes de la population; mais les mâles n'en sont que les quatre vingt-unièmes: ce qui nous donne 4,774,452 individus qui, joints aux gens mariés ou

veufs, forment un total de 10,344,644 hommes à déduire sur la population mâle du royaume. Conséquemment il ne reste que 1,451,065 célibataires de 18 ans & au-dessus, qui font à-peu-près les deux trente-cinquièmes de la population. *Voyez le tableau de la population de toutes les provinces de France*, par M. Pomelles.

TABLEAU du revenu général de la France.

Dans Paris, 40 mille maisons donnant un revenu net de	20,000,000 l.
Dans les Provinces, 60 mille villes de 2000 maisons & au-dessus	46,000,000
110 villes de mille maisons & au-dessus	22,500.000
960 villes de 500 maisons & au-dessus	18,000,000
250 villes au-dessous de 500 maisons	26,000,000
Dans les bourgs, 600 mille maisons	30,000,000
Dans les villages, 2 millions 600 mille maisons	26,000,000
30 mille châteaux & maisons nobles	6,000,000
60 mille maisons de campagne & de plaisance	6,000,000
Par chaque lieue quarrée deux fermes ou métairies	6,000,000
100 mille moulins à vent & à eau	30,000,000
Par chaque lieue quarrée une usine	3,000,000
TOTAL	239,500,000 l.
Le revenu des étangs	38,400,000
des bois de haute futaie	67,200,000
des bois taillis	215,040,000
des vignes	384,000,000
des prés	336,000,000
des pâtures	345,600,000
des terres ensemencées de bled	1,860,480,000
des terres ensemencées d'orge	1,116,288,000
TOTAL	4,363,008,000 l.

RÉCAPITULATION GÉNÉRALE.

Revenu général des maisons & bâtimens du royaume	239,500,000 l.
Revenu général des biens-fonds & héritages du royaume, en étangs, bois, vignes, prés & terres labourables	4,363,008,000
TOTAL GÉNÉRAL	4,602,508,000 l.

L'étendue du royaume est de 32 mille lieues quarrées.

Il est aisé de voir, au prix où sont les denrées de toute espèce, que les estimations ci-dessus sont trop foibles, & que le revenu est au moins d'un quart en sus. Néanmoins, qu'on le réduise à 4 milliards seulement; & qu'on mette ensuite une taxe à raison de 2 sols pour livre du revenu général de la France, on aura une somme annuelle de 400 millions au moins, non compris le produit des domaines est des droits domaniaux; lequel revenu, qui pourroit être augmenté d'un vingtième dans les besoins extraordinaires, peut sans doute tenir lieu de tout autre impôt territorial.

Cette table est tirée d'un ouvrage intitulé: *Impôt général desiré par tous les ordres de l'état*, &c. Paris 1789. Il consiste dans la suppression de la taille, de la corvée, de la capitation, & de tous les droits arbitraires; dans leur réunion en un seul impôt territorial en argent, qui puisse atteindre tous les lieux comme toutes les personnes à proportion de leur revenu.

ARITYLLE & *Timocharès* sont les premiers Grecs qui cultivèrent l'astronomie à Alexandrie. Ptolomée, dans son almageste, assure qu'Hipparque employa leurs observations, & par leur moyen reconnut le mouvement des étoiles en longitude. La plus ancienne de leurs observations est de l'année 294 avant Jésus-Christ. Timocharès vit le bord boréal de la lune toucher l'étoile boréale au front du scorpion; observation qui est une des principales qu'on puisse employer pour connoître le mouvement qu'ont eu les étoiles fixes.

ARMILLAIRE. (*sphère*) La SPHÈRE ARMILLAIRE est une sphère dont on a retranché plusieurs parties, & dans laquelle on n'a laissé subsister que celles qui servent à représenter les cercles qu'on a imaginés dans le ciel & sur la terre, pour expliquer plus aisément les mouvemens & les apparences des corps célestes. La *figure* 72 montre une sphère armillaire. On en donnera ici une idée succinte qui sera plus développée à l'article SPHÈRE ARMILLAIRE. A B est l'axe du monde; A & B en sont les deux pôles, l'un A, par exemple, est le pôle arctique, & B le pôle antarctique. H H est l'horison. Z M, 70 M Z est le méridien divisé en ses 360 degrés, mais de 10 en 10, & de 5 en 5. Le cercle E 90 est l'équateur. Z Z désigne le zodiaque; & la circonférence 70, 70 qui est au milieu du zodiaque, est l'écliptique ✢. Le cercle T T qui est du côté de A, présente le tropique du cancer, & le cercle T T, situé vers B, est le tropique du capricorne. Le petit cercle du côté de A qui est près des chiffres 20, 20, est le cercle polaire arctique, & l'autre petit cercle vers B qui est également près des chiffres 20, 20, est le cercle polaire antarctique. Au milieu de l'axe A A on voit le globe de la terre T.

Le colure des équinoxes est un grand cercle qui passe par les pôles du monde & aux signes belier

& poissons dans la figure 72 ; il est perpendiculaire à l'équateur E, 90. Le colure des solstices est encore un grand cercle qui passe par les pôles du monde, est perpendiculaire à l'équateur, & coupe encore à angles droits le colure des équinoxes : il coupe l'écliptique aux points solstitiaux qui sont vers Z entre 65 & 70 dans la figure, soit en haut, soit en bas.

On peut voir une explication plus détaillée de ces objets, soit au mot SPHÈRE ARMILLAIRE, soit dans les articles particuliers, MÉRIDIEN, HORISON, TROPIQUES, &c. &c. qui sont cités dans le cours de cet article *armillaire.* L'origine de ce mot vient de *armilla*, bracelet.

ARMILLES. Ce fut Ératosthène qui imagina les armilles qu'on vit long-temps placées dans le portique d'Alexandrie, & qui servirent à Hipparque & à Ptolemée : ce dernier nous donne l'idée suivante de cet instrument. C'étoit, suivant sa description, un composé de différens cercles qui le rendoient assez ressemblant à notre sphère armillaire. Il y avoit d'abord un grand cercle qui faisoit l'office du méridien; qu'on se représente ensuite un équateur avec l'écliptique & les deux colures formant un assemblage solide, & d'une dimension moindre que le diamètre intérieur du cercle précédent, afin de pouvoir jouer dedans; on l'y plaçoit de manière qu'il y tournoit sur des pôles qui étoient ceux de l'équateur. Il y avoit ensuite un cercle tournant sur les pôles de l'écliptique, & garni de pinnules diamétralement opposées, dont la partie concave touchoit presque à l'écliptique, on portoit un index pour reconnoître la division où il étoit arrêté.

Cet instrument servoit aux observations des équinoxes, comme Ptolemée nous l'apprend, en rapportant celles d'Hipparque (Almag. T. III. C. 2.). L'équateur de l'instrument étant mis avec un grand soin, comme il devoit toujours l'être, dans le plan de l'équateur céleste, on attendoit l'instant où la surface inférieure & supérieure n'étoient plus éclairées par le soleil, ou bien, ce qui étoit plus sûr, celui où l'ombre projetée par la partie antérieure convexe du cercle, sur la partie concave, la couvroit entièrement. Il est évident que ce moment devoit être celui de l'équinoxe. Lorsque cela n'arrivoit point ; ce qui indiquoit que l'équinoxe s'étoit fait dans la nuit, on choisissoit deux observations où cette ombre projetée sur la partie concave du cercle, l'eût été également en sens différent, & le milieu de l'intervalle entre les observations, étoit réputé l'instant de l'équinoxe.

Les armilles servoient encore à plusieurs autres usages, sur-tout à déterminer immédiatement & sans calcul la longitude & la latitude d'un astre ; invention utile dans des temps où la trigonométrie sphérique étoit encore à naître ou dans l'enfance : on le faisoit de la manière suivante. Vouloit-on observer le lieu d'une étoile, par exemple ; on tournoit l'instrument sur les pôles de l'équateur, de telle sorte que le lieu de l'écliptique occupé alors par le soleil, fût à l'égard du méridien, dans une situation semblable à celle du soleil même. Sans tarder, on miroit à l'étoile par les pinnules du cercle mobile sur les pôles de l'écliptique ; le point où il la coupoit, ou la division que montroit l'index donnoit le lieu de l'étoile en longitude, & la division où étoient arrêtées les pinnules du cercle mobile, donnoit en même temps sa distance à l'écliptique, ou sa latitude. Cette manière d'observer servoit principalement quand il s'agissoit d'une planète qu'on pouvoit voir sur l'horison en même temps que le Soleil, comme la Lune & Vénus dans certaines circonstances ; car on pouvoit mirer à la fois, au soleil par l'endroit de l'écliptique qu'il occupoit au moment de l'observation, & à l'astre par les pinnules du cercle mobile ; ce qui étoit beaucoup plus sûr. *Montuela.* T. I.

ARMURE de L'AIMANT. C'est le nom qu'on donne à deux pièces de fer de forme angulaire & réunies par des brides de cuivre ou d'argent, qu'on met autour des aimans naturels ou artificiels, pour conserver & principalement augmenter leur vertu magnétique. L'aimant naturel brut ne porte que de la limaille de fer, quelques petits clous, ou tout au plus un poids de quelques onces; mais lorsqu'il est revêtu de son armure, il peut porter un poids d'un grand nombre de livres. On en a même vu qui, étant armés portoient une masse cent fois plus pesante que lorsqu'ils étoient nuds. Il en est de même des aimans artificiels.

Les procédés qu'on suit en divers endroits pour armer les aimans, diffèrent entr'eux accidentellement ; mais en général ils se réunissent tous dans des points principaux. M. le Monnier, médecin, a donné dans l'encyclopédie une méthode que nous allons rapporter.

[Il est essentiel, avant que d'armer un aimant, de bien connoître la situation de ses pôles : car l'armure lui deviendroit inutile si elle étoit placée par-tout ailleurs que sur ces parties. Afin donc de reconnoître exactement les pôles d'un aimant, on le mettra sur un carton blanc lissé, & on répandra par-dessus de la limaille de fer qui ne soit point rouillée, ce qui se fera plus uniformément par le moyen d'un tamis : on frappera doucement sur le carton, & on verra bientôt se former autour de l'aimant, un arrangement symmétrique de la limaille, qui se dirigera en lignes courbes E, E, (*fig.* 333.) vers l'équateur, en suivant les lignes droites AA, BB, vers les pôles qui seront dans les deux parties de l'aimant où tendront toutes ces lignes droites ; mais on les déterminera encore plus précisément en plaçant dessus une aiguille fort fine & très-courte ; car elle se tiendra perpendiculairement élevée à l'endroit de chaque

pôle, & elle sera toujours oblique sur tout autre point.

Lorsqu'on a bien déterminé où sont les pôles de l'aimant, il faut le scier de manière qu'il soit bien plan & bien poli à l'endroit de ces pôles : de toutes les figures qu'on peut lui donner, la plus avantageuse sera celle où l'axe aura la plus grande longueur, sans cependant trop diminuer les autres dimensions.

Maintenant, pour déterminer les proportions de l'armure, il faut commencer par connoître la force de l'aimant qu'on veut armer; car plus cette force est grande, plus il faut donner d'épaisseur aux pièces qui composent l'armure; pour cet effet, on aura de petits barreaux d'acier bien polis & un peu plats, qu'on appliquera sur un des pôles de l'aimant : on présentera à ce barreau d'acier, immédiatement au-dessous du pôle, un petit anneau de fer, auquel sera attaché le bassin d'une balance, & l'on éprouvera quelle est la plus grande quantité de poids que l'aimant pourra supporter, sans que l'anneau auquel tient le bassin de la balance, se sépare du barreau d'acier : on fera successivement la même expérience avec plusieurs barreaux semblables, mais de différentes épaisseurs, & on découvrira facilement, par le moyen de celui qui soulèvera le plus grand poids, quelle épaisseur il faudra donner aux boutons de l'armure.

Lorsqu'on aura déterminé cette épaisseur, on choisira des morceaux d'acier bien fin, & non trempés, qu'on taillera de cette manière. A B, (*fig. 346*) est une des jambes de l'armure, dont la hauteur & la largeur doivent être égales respectivement à l'épaisseur & à la largeur de l'aimant. B E D, est un bouton de la même pièce d'acier dont le plan S B D, est perpendiculaire à A B: sa largeur à l'endroit où il touche le plan A B, doit être des deux tiers de G G, la largeur de la plaque A B, & l'épaisseur du bouton S E, doit avoir la même dimension : enfin, la longueur B D, qui est la quantité dont le bouton sera avancé au-dessous de la pierre, sera des deux tiers de D S, ou de S E. Il est nécessaire que ce bouton devienne plus mince, & aille en s'arrondissant par-dessous depuis S & D, jusqu'en E, de manière que sa largeur en E, soit d'un tiers ou d'un quart de la largeur S D. Il est encore fort important de faire attention à l'épaisseur de la jambe A B; car si on la fait trop épaisse ou trop mince, l'armure en aura moins de force : or, c'est ce qu'on ne sauroit bien déterminer qu'en tâtonnant; c'est pourquoi il faudra procéder, comme on a fait, pour déterminer l'épaisseur du bouton. On observe en général que l'extrémité supérieure C C, doit être arrondie, & un peu moins élevée que l'aimant, & que l'épaisseur de la plaque doit être moindre vers C C, que vers G G. On appliquera donc ces deux plaques avec leurs boutons sur les pôles respectifs de l'aimant, de manière que ces deux pièces touchent l'aimant dans le plus de points qu'il sera possible; & on les contiendra avec un bandage de cuivre bien serré, auquel on ajustera le suspensoire X. (*fig. 347.*)

Maintenant, pour réunir la force attractive des deux pôles, il faut avoir une traverse d'acier DACB, bien souple & non trempé, dont la longueur excède d'une ou deux lignes les boutons de l'armure, & dont l'épaisseur soit à-peu-près d'une ligne : il doit y avoir un trou avec un crochet L, afin qu'on puisse suspendre les poids que l'aimant pourra lever.

Lorsqu'on aura ainsi armé l'aimant, il sera facile de s'appercevoir que sa vertu attractive sera considérablement augmentée; car tel aimant qui ne sauroit porter plus d'une demi-once, lorsqu'il est nu, lève, sans peine, un poids de 10 livres lorsqu'il est armé : cependant, ses émanations ne s'étendent pas plus loin lorsqu'il est armé que lorsqu'il est nud, comme il paroît par son action sur une aiguille aimantée, mobile sur son pivot; & si l'on applique, sur les pieds de l'armure, la traverse qui sert à soutenir les poids qu'on fait soulever à l'aimant, la distance, à laquelle il agira sur l'aiguille, sera beaucoup moindre, la vertu magnétique se détournant, pour la plus grande partie, dans la traverse.]

Il y a une autre manière de faire une armure qui est plus détaillée & qui paroît meilleure à M. Brisson : elle est décrite par M. Muschembroeck. *Essai de physique, tome I. pag. 283.* La voici : Il faut commencer d'abord par chercher la figure qu'on doit donner à l'aimant. Si l'aimant qu'on veut armer, est une masse brute, il faut chercher où ses pôles sont situés, & marquer ensuite les endroits où ils se trouvent. Pour trouver les pôles, il faut tenir tout proche de l'aimant, une aiguille de boussole aimantée, & chercher les endroits qui attirent l'aiguille, avec le plus de force, vers l'aimant : dans ces endroits sont placés les pôles. On les trouve aussi à l'aide d'un petit morceau d'aiguille que l'on pose sur l'aimant; car ses pôles sont aux endroits où ce petit morceau d'aiguille se tient de bout. Après avoir trouvé les pôles, la ligne droite qu'on conçoit passer par les deux pôles, est l'axe de l'aimant. On examine ensuite, si en donnant à l'aimant deux côtés parallèles, qui seroient perpendiculaires à l'axe, il est plus facile de donner à l'aimant la forme d'un cube, ou celle d'un parallélipipède (cette dernière est la plus avantageuse). Lorsqu'on s'est déterminé là-dessus, on commence par scier les côtés des pôles avec une scie, comme font les tailleurs de pierres, & après les avoir faits bien perpendiculaires à l'axe, on scie les morceaux inutiles & les coins que l'on rejette; on polit ensuite l'aimant sur une pierre à aiguiser

avec de l'eau, jusqu'à ce qu'on lui ait donné une figure régulière.

Il faut bien se garder d'arrondir l'aimant en aucun endroit : l'expérience a appris que si on laisse à l'aimant ses côtés plats, & qu'on lui donne la figure d'un parallélipipède, il attire avec plus de force ; car, en l'arrondissant, on perd toute la vertu qui se trouvoit dans le morceau qu'on a retranché. Il est absolument nécessaire de bien applanir les deux côtés des pôles, & de les bien polir, afin de pouvoir y appliquer d'autant mieux l'armure. Pour cet effet, on peut d'abord frotter ces côtes sur une pierre plate, avec du sable & de l'eau, & les polir ensuite sur un morceau plat de glace de miroir, avec de l'eau & la pierre de Jutlande rougie au feu. S'il n'est pas possible de donner à l'aimant une figure régulière, sans en trop perdre, il faut faire de son mieux pour le bien travailler; il faut sur-tout chercher à conserver, autant qu'il est possible, la longueur de l'axe de l'aimant; car elle est d'une bien plus grande importance, & contribue beaucoup plus à la vertu de l'aimant, que sa hauteur ou son épaisseur.

Lorsqu'on a donné à l'aimant la figure qu'il doit avoir, il faut rechercher quelle est sa vertu, pour pouvoir régler, sur cela, l'épaisseur de l'armure ; car plus l'aimant a de force, plus aussi l'armure doit être épaisse. Pour cet effet, on met une barre de fer plate & polie sur un des côtés des pôles, & l'on suspend au bas de cette barre, un anneau de fer auquel tient un petit bassin avec quelques poids ; ce qui se fait aisément, parce que la vertu magnétique pénètre d'abord & s'insinue dans la barre de fer : selon que l'on peut mettre plus ou moins de poids dans ce petit bassin, & qu'il peut être suspendu à la barre plus ou moins près de l'aimant, la vertu magnétique est plus ou moins forte; l'aimant a d'autant plus de force, que le bassin peut être attiré de plus loin.

Pour armer l'aimant, on a recherché lequel pourroit être le meilleur, ou le fer ou l'acier. L'expérience nous apprend que lorsqu'on fait une armure d'acier, après l'avoir rendu aussi dur qu'il est possible par la trempe, il ne reçoit que peu de force de l'aimant, pour attirer le fer au-dessous du pied de cette armure : lorsqu'on ramollit un peu cet acier, il commence à attirer davantage; & lorsqu'on le ramollit davantage, il attire encore plus, d'où il paroît que le fer flexible est le meilleur; & l'effet a confirmé que l'armure doit être faite du fer le plus raffiné & le moins dur que l'on puisse trouver, & dans lequel il n'y ait point de paillettes.

Il faut faire l'armure de fer flexible, seulement en l'alongeant, sans confondre ses parties, ou sans les battre l'une dans l'autre, afin que le fil du fer puisse rester droit. On fait, pour chaque côté des pôles de l'aimant, une armure, à laquelle on donne cette figure (*fig. 348*). A B, est une plaque plate de fer, qui représente la jambe, laquelle doit être aussi longue que l'aimant est haut, & avoir autant de largeur C C, G G, que l'aimant a d'épaisseur. Sous cette jambe, doit être placé le pied de l'armure B D S E, qui est un morceau de fer posé en travers, & qui tombe à des angles droits sur la jambe A B; sa largeur D S restant par-tout la même, depuis le commencement B, jusqu'à son extrémité D S, doit être les deux tiers de la largeur de la plaque G G, & avoir en hauteur S E, autant qu'en largeur D S : sa longueur B D, doit être les deux tiers de sa largeur D S. Il faut que ce pied aille en diminuant & en s'arrondissant sur les côtés depuis S & D jusqu'en E ; de sorte que la largeur de sa partie inférieure, proche de E, ne soit qu'un tiers ou un quart de la largeur de sa partie supérieure D S. Il est très-important de faire attention à l'épaisseur de la jambe A B; car si on la fait trop épaisse ou trop mince, le pied B D S E attirera alors une moindre quantité de fer. Il est très-difficile de déterminer quelle doit être précisément cette épaisseur, avant de l'avoir cherchée ; pour cet effet, il faut bien applanir le côté intérieur de la jambe A B, de même que le côté supérieur B D S du pied ; ensorte qu'on puisse l'ajuster exactement sur un des côtés des pôles de l'aimant, & que la même chose se fasse aussi pardessous, sans qu'il reste entre l'armure & la pierre, aucun intervalle. Il faut alors essayer, avec un morceau de fer, combien de poids peut-être suspendu à la partie inférieure E du pied. Après avoir tenu note de cela, de même que de la mesure précise de l'épaisseur de cette plaque A B, on la rendra ensuite un peu plus mince ; en limant du côté extérieur, & commençant par en haut, proche de A : après quoi, il faudra éprouver chaque fois, si le pied attire plus ou moins de poids qu'auparavant. En limant, de plus en plus, la jambe A B, & en la rendant ainsi plus mince, on parviendra enfin à une certaine épaisseur, qui est celle-là même où l'aimant agit avec plus de force ; & l'on aura cette épaisseur requise, lorsqu'en la diminuant encore un peu, on s'apercevra que l'aimant commence à attirer un moindre poids. Ce sera donc l'épaisseur de l'épreuve précédente à laquelle il faudra s'en tenir. On voit par-là qu'on ne peut rencontrer la juste épaisseur que doit avoir la jambe A B, qu'en faisant de continuelles épreuves, dont on garde soigneusement la note. Cette première armure, qui a servi à ces épreuves, ne peut plus être d'aucun usage, parce qu'on l'a rendue un peu trop mince par tous ces essais; c'est pourquoi il faut se servir de la même masse de fer pour en faire une armure, dont la jambe ait la même épaisseur, que celle qu'on a trouvée auparavant être la meilleure de toutes.

On fait ensuite le haut C C de la jambe A B un

un peu plus bas que l'aimant, mais cependant pas plus bas que d'un trentième de pouce. On arrondit un peu le bout proche de C C : il faut de même retrancher les angles extérieurs de toute la jambe jusqu'à l'aimant, en les arrondissant aussi un peu. Si l'on n'a pas cette attention, on trouvera que la vertu magnétique semble se déterminer vers tous les angles & les coins, ce qui l'empêche de s'introduire en entier dans le pied; ce qui est cependant l'unique but qu'on se propose. On a encore observé que les jambes doivent être plus minces en haut, & plus épaisses en bas près du pied.

Il est aussi nécessaire que les pieds soient tournés en dedans par-dessous & tout contre l'aimant, & non pas en dehors, comme quelques-uns l'ont prétendu; car l'expérience a appris qu'un aimant armé, dont les pieds se jettent en dehors, lève moins de fer qu'un autre aimant, dont les pieds rentrent en dedans, lorsque les jambes des deux armures sont parfaitement de la même épaisseur & de la même figure. Il faut que ces pieds soient tournés en dedans, quand même l'espace, qui se trouve entre eux, ne seroit pas plus grand que la longueur d'un des pieds de l'armure. L'on conçoit aisément que cela doit être ainsi, puisqu'un aimant attire toujours, ou agit avec d'autant plus de force, qu'il est plus près du fer : les pieds qui sont tournés en dehors, s'éloignent de l'aimant, au lieu que ceux qui se jettent en dedans, viennent se joindre tout contre la pierre.

Pour faire tenir l'armure contre les deux côtés de l'aimant, on se sert de deux bandes de cuivre E, F, (*fig. 349*) qui entourent l'aimant, & dont l'une E environne la partie supérieure, & l'autre F la partie inférieure de l'armure : & afin que les fers puissent être appliqués fort exactement & bien solidement contre l'aimant, on met dans chaque bande une vis de cuivre, qui, en tournant, presse les jambes contre la pierre.

Lorsqu'on veut suspendre l'aimant ainsi armé, on peut le faire de différentes manières, par exemple, en attachant deux petites chevilles à tête à la bande supérieure E, moyennant lesquelles on fait passer par-dessus l'aimant une penture de cuivre G, au milieu de laquelle on fait aussi passer la queue d'un petit anneau H, qui peut tourner dans cette même penture; de cette manière l'aimant est suspendu au petit anneau, & tourne comme on veut.

Afin de faire voir quelle est la force d'un aimant armé pour attirer quelque poids, il faut avoir un fer A B C D, appelé portant, que l'on met sous les pieds de l'armure, & auquel on suspend le poids qui doit être attiré. Ce fer est d'une grande importance, de même que sa figure, son épaisseur, sa largeur & sa longueur. Il est difficile de prescrire des règles sur cela, si ce n'est que ce fer doit être bien raffiné & fort flexible, qu'il ne doit pas être double en aucun endroit, ni fendu ou rompu. L'acier ou le fer qui est dur, ne vaut rien; car un aimant, auquel est suspendu un fer raffiné & souple, peut attirer un poids environ double de celui que ce même aimant pourroit attirer, si on lui suspendoit un morceau d'acier trempé, qui auroit absolument la même grandeur, la même épaisseur & la même figure. On peut, en quelque sorte, déterminer la largeur de fer A B C D. Il doit être un peu plus large que la base inférieure des pieds de l'armure; & il n'est pas si bon, lorsqu'il est plus étroit. Quant à la hauteur B C de ce fer, il faut chercher quelle elle doit être; car il se rencontre quelques pierres, qui demandent un fer deux fois plus haut que les autres, sans qu'on en puisse découvrir la raison; mais on a trouvé que lorsque le fer est trop bas, il n'attire qu'un poids plus léger. On a encore observé que ce même fer peut aussi être trop haut. On doit donc chercher la meilleure hauteur, en rendant un fer inutile par les épreuves que l'on en fait, & en donnant à un second fer la hauteur que l'on a trouvée être la meilleure de toutes.

Ce fer A B C D doit être de quatre ou cinq lignes plus long que la distance extérieure qui se trouve entre les pieds de l'armure; car si on ne donne pas à ce fer plus de longueur que n'en a cette distance, de façon que ses côtés extérieurs C B & D A n'excèdent pas les côtés C & D des pieds de l'armure, alors l'aimant pourra n'attirer qu'un moindre poids par le moyen de ce fer. L'on fait au milieu de la partie inférieure A B du fer A B C D, un trou extrêmement évasé par dehors de chaque côté, qui va par conséquent en diminuant de diamètre vers le milieu de l'épaisseur du fer, & par lequel passe un crochet L auquel est suspendu un bassin, propre à mettre le poids, qui est attiré par la pierre.

La surface supérieure D C de ce fer doit être lisse & avoir des angles aigus & non arrondis; mais les angles du côté inférieur A B peuvent bien être arrondis. Si l'on a soin que les extrémités D A, C B soient seulement carrées, ensorte que le fer A B C D demeure un parallélipipède rectangle, on pourra suspendre à ce fer un poids plus pesant, que si on n'arrondissoit qu'à demi ces extrémités D A, C B : mais si l'on donne au fer la même figure que l'on voit ici représentée, (*fig. 349*) l'aimant pourra attirer un poids encore plus pesant. Nous ne saurions donner jusqu'à présent aucune raison de ce phénomène; nous nous contentons donc d'exposer ici ce que l'expérience a appris à force de faire des épreuves & des recherches. Quelques artistes veulent que l'on mette aux extrémités de ce fer des tourniquets de cuivre, qui soient dressés debout, & dans lesquels les pieds de l'armure s'enchâssent exactement, afin qu'en attirant & en levant le poids, il ne glisse

pas à côté, & ne s'écarte pas des pieds. Ils veulent aussi que l'on recherche avec soin quelles sont les forces de chaque pôle; & comme elles se trouvent ordinairement inégales, ils ordonnent que l'on divise ce fer en raison inverse de ces forces, & que l'on fasse le trou, dans lequel est ajusté le crochet L, sur le point où ces deux raisons viennent se réunir, afin que de cette manière chaque pied ou pôle porte un poids qui soit proportionnel à ses forces. Ces deux choses sont ingénieuses & plausibles dans la théorie; mais, après les avoir mises en pratique, on s'est aperçu qu'elles étoient pour le moins inutiles, & que souvent elles ne valoient rien. En effet, il arrive quelquefois que l'aimant attire avec plus de force lorsque les surfaces plates du fer & des pieds de l'armure se touchent exactement, tantôt il attire de cette manière plus foiblement, tantôt avec plus de force, lorsque les coins des pieds ne font que toucher légèrement les coins du fer. Quelquefois il attire plus fortement, quand les pieds de l'armure touchent en travers les coins du fer: il y a même des cas où il faut que le trou de ce fer se trouve au milieu entre les deux pieds; dans d'autres cas, ce trou doit être placé plus proche du pôle le plus foible; & dans d'autres enfin, il faut qu'il soit plus proche du pôle qui a le plus de force. De quel usage pourront donc être ici les tourniquets, & à quoi aboutira cette exacte observation touchant l'endroit où le trou doit être placé? Les phénomènes de l'aimant sont encore au-dessus de tous les raisonnemens humains; & ce qui avoit paru autrefois le mieux imaginé, est très-souvent ce qui répond le moins à l'expérience: plus on prend de peine à examiner & à rechercher la nature de ces phénomènes, moins on peut les comprendre & les expliquer.

Nous nous sommes contentés d'exposer ici la manière dont on doit armer les aimans réguliers; d'où l'on pourra tirer quelques lumières pour ce qui concerne l'armure des aimans irréguliers.

[Lorsqu'on présente à un aimant armé un morceau de gros fil de fer A B, (*fig. 350*) assez pesant pour que le bouton de l'armure duquel on l'approche, ne puisse pas le supporter, on le fera attirer aussitôt, si on ajoute la traverse G dans la situation que la figure le représente; & si on ôte cette pièce lorsque le fil de fer A B sera aussi fortement attiré, il tombera aussitôt & cessera d'être soutenu.

On a mis sur un des boutons de l'armure une petite plaque d'acier poli de dix à onze lignes de long, de sept lignes de large, & d'une ligne d'épaisseur. Cette plaque T (*fig. 351*), portoit un petit chrochet auquel étoit suspendu le plateau d'une balance; à l'autre pied de l'armure étoit placée la traverse G, de façon que la traverse & la plaque se touchoient: on a ensuite mis des poids dans le plateau S jusqu'à ce que l'aimant ait cessé de soutenir la plaque T, & on a trouvé qu'il falloit dix-huit onces: ayant ensuite ôté la traverse, & laissé la plaque toute seule, appliquée contre l'aimant, un poids de deux onces dans la balance suffi pour séparer la plaque; ce qui prouve que la proximité de la traverse a augmenté de seize onces la vertu attractive du pôle auquel la plaque étoit appliquée.

Quoique l'attraction d'un aimant armé paroisse considérable, il arrive cependant que des causes assez foibles en détruisent l'effet en un instant: par exemple, lorsqu'on soutient un morceau de fer oblong F (*fig. 352*), sous le pôle d'un excellent aimant M, & qu'on présente à l'extrémité inférieure de ce morceau de fer le pôle de différent nom d'un autre aimant N plus foible, celui-ci enlèvera le fer au plus fort. On jugera bien mieux du succès de cette expérience, si elle est faite sur une glace polie & horisontale. La même chose arrive aussi à une boule d'acier qu'on touche avec un aimant foible dans le point diamétralement opposé au pôle de l'aimant vigoureux sous lequel elle est suspendue.

Pareillement si on met la pointe d'une aiguille S, (*fig. 353*) sous un des pôles de l'aimant, en sorte qu'elle soit pendante par sa tête, & qu'on présente à cette tête une barre de fer quelconque F par son extrémité supérieure, l'aiguille quittera aussitôt l'aimant pour s'attacher à la barre: cependant si l'aiguille tient par sa tête au pôle de l'aimant, alors, ni la barre de fer, ni un aimant foible ne la détacheront: il sembleroit d'abord que l'aiguille s'attacheroit à celui des deux, qu'elle toucheroit en plus de points: mais des expériences faites à dessein ont prouvé le contraire.

Uue autre circonstance assez légère fait encore qu'un aimant armé & vigoureux paroît n'avoir plus de force; c'est la trop grande longueur du fer qu'on veut soulever par un des pôles. Il seroit facile de faire lever à de certains aimans un morceau cubique de fer pesant une livre, mais le même aimant ne pourroit pas soutenir un fil de fer d'un pied de longueur; ensorte qu'augmenter la longueur du corps suspendu, est un moyen de diminuer l'effet de la vertu attractive des pôles de l'aimant. C'est par cette raison que lorsque l'on présente le pôle d'un bon aimant sur un tas d'aiguilles, de petits clous ou d'anneaux, l'aimant en attire seulement sept ou huit au bout les uns des autres; & il est facile de remarquer que l'attraction du premier clou au second, est beaucoup plus forte que celle du second au troisième, & ainsi de suite; de manière que l'attraction du pénultieme au dernier est extrêmement foible. *Voyez fig. 354.*]

L'expérience a prouvé que l'armure d'un aimant augmente beaucoup sa force attractive, ainsi qu'on l'a dit au commencement de cet article. La cause de cette augmentation de force, paroît être la réunion & concentration de la vertu magnétique des

points voisins de chaque pôle, & des deux pôles ensemble. Lorsqu'on a taillé un aimant, la vertu attractive de chaque côté, trop distribuée dans une grande surface, perd en intensité ce qu'elle gagne en superficie. Mais si on a soin de donner de justes proportions aux pieds de l'armure, alors cette vertu est rassemblée & comme concentrée dans un espace moindre, & acquiert conséquemment de la force. En réunissant les deux pôles, c'est-à-dire, la vertu concentrée des deux côtés des pôles, on augmente encore la vertu attractive. C'est pourquoi on met toujours des *portans*, des pièces de contact, A B C D, (*fig. 347* & *349*) aux aimans naturels & artificiels. C'est au mot MAGNÉTISME, que nous traiterons de la cause des phénomènes de l'aimant; on y verra celle de l'augmentation de force par l'armure.

C'est à la force que donne l'armure à un aimant, qu'il me paroît qu'on doit attribuer la cause des phénomènes qu'on a rapportés, il n'y a qu'un instant, & qui sont représentés dans les *fig. 350* & *351*. Le pôle A ne peut supporter seul le barreau de fer A B; mais lorsqu'on y a mis la traverse G, la vertu magnétique des deux pôles se trouve réunie, & capable conséquemment de produire un effet plus grand. La traverse étant ôtée, il n'y a que la force attractive du pôle A qui agit, & comme elle est insuffisante pour soutenir le barreau A B, il n'est pas étonnant que celui-ci tombe.

La pratique d'armer les aimans naturels, est ancienne, mais ce n'est qu'en 1740, que M. l'abbé Nollet imagina de faire armer des aimans artificiels. Pour cet effet, il fit réunir par des ligatures de cuivre, douze lames d'acier trempé; & à leurs extrémités, il fit attacher deux armures semblables à celles que l'on met aux pierres d'aimant. Cet aimant artificiel qui, avant d'être armé, n'enlevoit par le bout le plus fort, qu'une livre & demie de fer, ou à-peu-près, porta, quand il le fut, un poids de six livres & demie, par le moyen d'une pièce de fer qu'on mit en contact sur les deux masses des armures. Il paroît que c'est la première fois qu'on ait réuni l'action des deux pôles d'un aimant artificiel, par une lame de fer qui communiquât de l'un à l'autre.

On augmente prodigieusement la force attractive de l'aimant, en la réunissant avec la force directive, au moyen d'une armure de fer ou d'acier; car cette armure fait converger les directions; en sorte qu'il ne reste à l'aimant armé, qu'une portion des forces directives qu'il avoit étant à nu, & que ce même aimant nu, qui, par ses parties polaires, ne pouvoit soutenir qu'un certain poids de fer, en soutiendra dix, quinze ou vingt fois davantage, s'il est bien armé; & plus le poids qu'il soutiendra, étant nu, sera petit, plus l'augmentation du poids qu'il pourra porter, étant armé, sera grande; les forces directives de l'aimant se réunissent donc avec sa force attractive, & toutes se portant sur l'armure, y produisent une intensité de force bien plus grande, sans que l'aimant en soit plus épuisé; cela seul, dit M. de Buffon, prouveroit que la force magnétique ne réside pas dans l'aimant, mais qu'elle est déterminée vers le fer & l'aimant, par une cause extérieure, dont l'effet peut augmenter ou diminuer, selon que les matières ferrugineuses lui sont présentées d'une manière plus ou moins avantageuse; la force attractive n'augmente ici que par sa réunion avec la force directive, & l'armure ne fait que réunir ces deux forces sans leur donner plus d'extension; car, quoique l'attraction, dans l'aimant armé agisse beaucoup plus puissamment sur le fer, qu'elle retient plus fortement, elle ne s'étend pas plus loin que celle de l'aimant nu.

Cette plus forte attraction produite par la réunion des forces attractives & directives de l'aimant, paroît s'exercer en raison des surfaces; par exemple, si la surface plane d'un pied de l'armure contre laquelle on applique le fer, est de trente-six lignes quarrées, la force de l'attraction sera quatre fois plus grande que sur une surface de neuf lignes quarrées, autre preuve que la cause de l'attraction magnétique est extérieure, & ne pénètre pas la masse de l'aimant, puisqu'elle n'agit qu'en raison des surfaces, au lieu que celle de l'attraction universelle, agissant toujours en raison des masses, est une force qui réside dans toute matière. D'ailleurs, toute force dont les directions sont différentes, & qui ne tend pas directement du centre à la circonférence, ne peut pas être regardée comme une force intérieure, proportionnelle à la masse, & n'est en effet qu'une action extérieure qui ne peut se mesurer que par sa proportion avec la surface. M. Daniel Bernoulli a trouvé, en effet, par plusieurs expériences, que la force attractive des aimans artificiels de figure cubique, croissoit comme la surface, & non pas comme la masse de ces aimans (Voyez sa *lettre à M. Trembley.*)

Les deux pôles d'un aimant se nuisant réciproquement par leur action contraire, lorsqu'ils sont trop voisins l'un de l'autre, la position de l'armure & la figure de l'aimant, doivent également influer sur sa force, & c'est, par cette raison, que des aimans foibles gagnent quelquefois davantage à être armés que des aimans plus forts. Cette action contraire des deux pôles trop rapprochés, sert à expliquer pourquoi deux barres aimantées, qui se touchent, n'attirent pas un morceau de fer avec autant de force, que lorsqu'elles sont à une certaine distance l'une de l'autre. *Œpinus*, n°. 248.

Les pieds de l'armure doivent être placés sur les pôles de la pierre, pour réunir le plus de force; ces pôles ne sont pas des points mathématiques, ils ont une certaine étendue, & l'on reconnoit aisément les parties polaires d'un aimant, en ce qu'elles retiennent le fer avec une grande

énergie, & l'attirent avec plus de puiſſance que toutes les autres parties de la ſurface de ce même aimant ne peuvent le retenir ou l'attirer. Les meilleurs aimans ſont ceux dont les pôles ſont décidés, c'eſt-à-dire, ceux dans leſquels cette inégalité de force eſt la plus grande. Les plus mauvais aimans ſont ceux dont les pôles ſont les plus indécis, c'eſt-à-dire, ceux qui ont pluſieurs pôles & qui attirent le fer à-peu-près également dans tous les points de leur ſurface; & le défaut de ces aimans vient de ce qu'ils ſont compoſés de pluſieurs pièces mal ſituées, relativement les unes aux autres; car, en les diviſant en pluſieurs parties, chacun de ces fragmens n'aura que deux pôles bien décidés & fort actifs. *Hiſt. nat.* Buffon.

AROME. Ce mot adopté dans la nouvelle nomenclature, ſignifie la même choſe qu'eſprit recteur, principe odorant.

ARPENT, c'eſt une meſure ſuperficielle qui ſert à évaluer les différentes eſpèces de terrain. Il ſeroit à ſouhaiter que la grandeur de l'*arpent* fût par-tout la même, mais elle varie ſelon les différentes contrées. L'*arpent* de Paris eſt de cent perches quarrées, & la perche de Paris eſt de 18 pieds qui font 3 toiſes. La perche quarrée eſt de 324 pieds quarrés, produit de 18 par 18; & l'*arpent* contenant trente toiſes en long & en large, a 900 toiſes de ſuperficie, produit de 30 par 30. Ces 900 toiſes multipliées par 36, produit de 6 par 6, donneront 32400 pieds quarrés de ſurface que contient l'*arpent* de Paris.

[Un *arpent* de terrain, aux environs de Paris, rapporte 16 à 18 livres de ferme, & coûte environ 400 livres; il faut un ſeptier de bled pour l'enſemencer, & il en rapporte quatre & cinq. Le territoire de la France, ſuivant M. de Mirabeau, eſt d'environ 130 millions d'*arpens*, dont une moitié eſt cultivable en grains: mais il n'y en a pas 40 millions qui ſoient effectivement cultivés.

L'arpent des eaux & forets, établi par l'ordonnance, eſt auſſi de cent perches quarrées; mais la perche a 22 pieds; ainſi cet arpent a 1344 $\frac{4}{9}$ toiſes de ſuperficie.] La perche quarrée eſt donc de 484 pieds, produit de 22 par 22; & l'arpent contenant toujours 100 perches, ſa ſurface ſera de 48400 pieds quarrés qui, diviſés par 36, donneront 1344 $\frac{4}{9}$ toiſes ſuperficielles. L'étendue de la France eſt de 27490 lieues quarrées.

Le *jugerum* des anciens romains avoit de longueur 240 pieds romains, ou environ 36 toiſes de Paris; & de largeur 181 ſeulement, ſuivant Arbuthnot; ainſi il devoit avoir 648 toiſes de ſurface.

ARPENTAGE; c'eſt l'art de meſurer les terrains pour en trouver la ſuperficie. Cet art eſt une partie de la géométrie; les inſtrumens qu'on emploie pour ſa pratique ſont le graphomètre, différentes eſpèces de planchette, la bouſſole & le cercle d'arpenteur. C'eſt dans le dictionnaire de mathématiques, qu'il faut chercher la deſcription de ces inſtrumens.

ARQUEBUSE A VENT. *Voyez* FUSIL A VENT.

ARSENIC; c'eſt un demi-métal, ainſi que Brandt & Macquer l'ont prouvé; il eſt très-caſſant, très-peſant, d'une couleur griſe & un peu noirâtre. Expoſé au feu, il ſe diſſipe entièrement en une fumée blanche, accompagnée d'une vive odeur d'ail. Cette fumée condenſée forme une poudre blanche que la chaleur fait fondre en une maſſe vitreuſe blanche, auſſi volatile que l'arſenic; on lui a donné le nom de *verre d'arſenic;* & la poudre blanche a été nommée *chaux d'arſenic*.

L'arſenic ſe trouve ſouvent natif: quelquefois il a l'éclat métallique & réfléchit les couleurs de l'iris; d'autres fois il eſt en maſſes noires peu brillantes, mais très-peſantes. On en rencontre dans la nature en poudre; cette chaux ou oxide eſt blanche; on la trouve mêlée à une ſtalactite calcaire à Sainte-Marie aux Mines. Il y a une eſpèce d'arſenic jaune, connue ſous le nom d'*orpiment*, & une autre qui eſt rouge, appelée *réalgar:* dans ces deux eſpèces, l'arſenic ou plutôt la chaux, l'oxide de ce demi-métal eſt combiné avec une petite portion de ſoufre: auſſi lorſqu'on les fait chauffer, s'en élève-t-il une flamme bleue & une fumée blanche dont l'odeur participe de celle du ſoufre & de celle de l'arſenic. La différence des couleurs que préſentent ces différentes combinaiſons, ces oxides d'arſenic ſulfurés, tantôt jaunes, tantôt rouges ou verdâtres, dépendent d'un quantité de ſoufre plus ou moins grande, ou d'une combinaiſon plus ou moins intime. On trouve l'arſenic dans les mines de cobalt, d'antimoine, d'étain, de fer, de cuivre & d'argent.

L'arſenic pur ou régule d'arſenic, expoſé au feu dans des vaiſſeaux fermés, ſe ſublime ſans éprouver de décompoſition; il eſt une des matières métalliques les plus volatiles. Il criſtalliſe en pyramides triangulaires, lorſqu'on le ſublime lentement.

L'arſenic expoſé à l'air, y noircit ſenſiblement; l'oxide d'arſenic vitrifié perd ſa tranſparence & devient d'une couleur laiteuſe, en éprouvant une ſorte d'efflorescence. L'arſenic ne paroît point être attaqué par l'eau; mais ſon oxide ſe diſſout très-bien dans ce menſtrue, en quantité un peu plus grande à chaux qu'à froid. La chaux ou oxide d'arſenic a une ſaveur très-vive & très-âcre; elle ſe diſſout dans environ quinze parties d'eau bouillante, & on obtient par le refroidiſſement de cette diſſolution des cryſtaux triangulaires jaunâtres.

Il n'eſt point de notre objet de traiter de l'action des acides ſur l'arſenic, de ſes combinaiſons avec

diverses substances, de son analyse, ni de ses usages. Ces sortes de connoissances sont du ressort de la chimie, & doivent être cherchées dans le dictionnaire de cette science. Il suffit de dire ici, 1°. que la pesanteur spécifique du régule d'arsenic est 57633; mais que selon Bergman, la pesanteur spécifique de l'arsenic varie beaucoup depuis son état métallique jusqu'à son état acide : arsenic en régule, 8, 308; oxide d'arsenic vitreux, 5, 000; oxide d'arsenic blanc, 3, 706; acide arsénique, 3, 391, selon Brisson.

2°. Que la chaux ou oxide d'arsenic, est un poison très-violent, & d'autant plus dangereux, qu'elle se dissout très-facilement dans l'eau & dans tous les fluides aqueux. « On connoît, dit M. de Fourcroi dans sa chimie, tome second, qu'une personne a été empoisonnée par cette substance, aux symptômes suivans. La bouche est sèche, les dents agacées, le gosier serré : on éprouve un crachottement involontaire, une douleur vive à l'estomac, une grande soif, des nausées, des vomissemens de matières glaireuses, sanguinolentes; des coliques très-vives, accompagnées de sueurs froides; des convulsions. Ces symptômes sont bientôt suivis de la mort; on s'assure que l'oxide d'arsenic en est la cause, en examinant les alimens suspects. La présence de ce poison s'y manifeste, lorsqu'en jetant sur des charbons une portion de ces alimens desséchés, il s'en élève une fumée blanche d'une forte odeur d'ail. On avoit coutume de donner aux personnes empoisonnées par l'oxide d'arsenic, des boissons mucilagineuses ou du lait, ou des huiles douces en grande dose, dans le dessein de relâcher les viscères agacés, de dissoudre & d'emporter la plus grande partie du poison arsenical. M. Navier, médecin de Chalons, qui s'est occupé de la recherche des contre-poisons de l'oxide d'arsenic, a trouvé une matière qui se combine avec cette substance par la voie humide, la sature & détruit la plus grande partie de sa causticité. Cette substance est le sulfure calcaire ou alkalin, (foie de soufre calcaire alkalin) & mieux encore le même sulfure qui tient en dissolution un peu de fer. La dissolution d'oxide d'arsenic décompose les sulfures sans exhaler aucune odeur; cet oxide se combine au soufre avec lequel il fait de l'orpiment, & il s'unit en même temps au fer si le sulfure en contient. Navier prescrit un gros de foie de soufre dans une pinte d'eau, qu'il fait prendre par verrées : on peut également donner cinq à six grains de sulfure de potasse sec en pillules, & par-dessus chaque pillule, un verre d'eau chaude. Lorsque les premiers symptômes sont dissipés, il conseille l'usage des eaux minérales sulfureuses. L'expérience lui a fait connoître qu'elles sont très-propres à détruire les tremblemens & les paralysies qui suivent ordinairement l'effet de l'oxide d'arsenic, & qui mènent à la phthysie & à la mort. Navier approuve aussi l'usage du lait, parce que cette substance dissout l'oxide d'arsenic aussi bien que le fait l'eau; mais il condamne les huiles qui ne peuvent le dissoudre. » L'art de la teinture emploie l'arsenic; celui de la verrerie s'en sert comme fondant, ainsi que l'art docimastique.

Art alabastrique; c'est l'art de former des albâtres artificielles. Aux bains de Saint-Philippe en Toscane, on a établi une manufacture de bas-reliefs en albâtres, factices qui est unique en son genre, mais qui peut donner l'idée & montrer la facilité qu'il y a d'en établir de semblables en d'autres endroits. On en est redevable au docteur de Vegni, Toscan, qui, le premier, a vu le parti qu'on pouvoit tirer en grand d'une source d'eau bouillante charriant une terre très-fine & très-blanche. Cette eau est reçue dans des moules en plâtre des meilleurs bas reliefs de Rome & des autres endroits de l'Italie; elle y depose une portion de la terre composée (*tartaro*) qu'elle contient. Plus le moule approche de la situation horisontale, moins la matière est dure; le plus grand degré possible de dureté se trouve dans la position verticale, parce que, dans ce dernier cas, l'eau tombant plus rapidement, entraine avec elle les parties les plus grossières de la terre qu'elle tient en dissolution, & ne laisse après elles sur le moule, que ce qu'il y a de plus fin. Le temps qu'exige la fabrication de ces bas-reliefs, varie selon leur épaisseur. Les plus minces ne sont guères terminés qu'au bout d'un mois, & les plus épais de ceux qui ont été faits, exigent de trois à quatre mois au moins. Ceux qui seront curieux de connoître quelques détails sur cet objet, pourront lire la description qu'a donnée de cet art alabastrique M. Latapie, de l'académie de Bordeaux, dans les observations sur la physique, l'histoire naturelle & les arts, 1776, T. 1er. pag. 453.

ART DES EXPÉRIENCES. L'art des expériences consiste principalement dans la connoissance de la construction des meilleurs appareils & instrumens, & dans leur usage ou application à la pratique des expériences. Un physicien doit connoître toutes les parties qui composent un instrument & la manière de les assembler, il doit être en état de monter & de démonter toutes les machines qui sont dans un cabinet de physique : sans cela il ne peut connoître parfaitement le jeu des instrumens, ni en tirer tout le parti possible. L'art de construire des machines, celui de diriger les artistes qui les fabriquent, ne sont pas aussi cultivés qu'ils le méritent. Ceux qui commencent à s'appliquer à la physique, éprouvent ordinairement une espèce de dégout dans l'exposition des détails de construction; mais à mesure qu'ils font des progrès dans cette science, ils ressentent une satisfaction qui va en augmentant. Elle devient très-grande lorsque dans la suite ils sont en état de simplifier des instrumens, & d'en diriger la construction. Nous ne

ſaurions trop recommander à ceux qui cultivent la phyſique expérimentale de s'appliquer à cet art.

Dans le cours de ce dictionnaire, on a eu ſoin de donner une deſcription ſuffiſante des machines, des appareils & inſtrumens que la phyſique expérimentale emploie & de leur uſage relatif aux expériences. Les figures qu'on a fait graver, facilitent l'intelligence de ce qu'on établit : on y voit la repréſentation des principales machines d'un cabinet de phyſique. Les états généraux de la province de Languedoc ayant fondé une chaire de phyſique expérimentale, & nous ayant auſſi confié le ſoin de faire conſtruire les machines qui compoſent cette ſuperbe collection d'inſtrumens, nous avons eu une occaſion précieuſe de connoître encore mieux toute l'utilité dont peut être l'*art des expériences ;* & j'eſpère qu'on en ſera convaincu, en jetant un coup-d'œil ſur les articles principaux de cet ouvrage. Nous avons dû tenir un milieu entre une trop grande conciſion dans la deſcription des machines, & un détail trop étendu, parce que nous étions forcés de nous reſtreindre dans certaines bornes, & parce que le grand nombre des lecteurs n'eſt pas appelé à l'art de la conſtruction & de l'uſage des inſtrumens de phyſique.

M. l'abbé Nollet à qui la phyſique expérimentale a tant d'obligation, a publié peu de temps avant ſa mort, un ouvrage ſur ce ſujet, dont le titre eſt : l'art des expériences ou avis aux amateurs de la phyſique ſur le choix, la conſtruction & l'uſage des inſtrumens ; ſur la préparation & l'emploi des drogues qui ſervent aux expériences. La première partie traite du choix des matières dont on peut faire les inſtrumens de phyſique ; ſur la manière de les travailler, & ſur les précautions qu'on doit prendre pour empêcher que les ouvrages ne ſe gâtent & ne ſe déforment. Ces matières ſont le bois, les métaux & le verre. La ſeconde partie a pour objet le choix des drogues ſimples & la manière de préparer celles qui doivent être compoſées. L'emploi des vernis qui ſert à conſerver les machines, y eſt expoſé : la troiſième partie de cet ouvrage contient des avis particuliers ſur les expériences des leçons de phyſique de cet illuſtre phyſicien ; & le tout eſt renfermé dans trois volumes in-12. Cet ouvrage qui fut publié vers l'année 1770, contient des détails ſur les principales machines qui étoient connues à cette époque ; depuis il y en a pluſieurs autres qui ont été imaginées & exécutées; nous les avons décrites & repréſentées dans ce dictionnaire à leurs articles reſpectifs.

ART DE GARANTIR LES MAISONS DES INCENDIES. *Voyez* INCENDIE.

ARTÈRE (*Trachée*) ; c'eſt un conduit qui va de la bouche au poumon. *Voyez* TRACHÉE-ARTÈRE.

ARTÈRES, Ce ſont des vaiſſeaux ou conduits longs, ronds, creux, élaſtiques, qui ont leur commencement aux ventricules du cœur, & décroiſſent enſuite en ſe ramifiant; ils ſont deſtinés à recevoir le ſang du cœur pour le diſtribuer dans toutes les parties du corps. Toutes les artères ſont des branches ou des ramifications de deux gros troncs, dont l'un nommé *artère pulmonaire* part du ventricule droit du cœur & porte le ſang dans le poumon ; l'autre appelé *aorte* venant du ventricule gauche du cœur, diſtribue le ſang à toutes les parties du corps, même les plus petites; auſſi le tronc artériel eſt-il compoſé de rameaux qui ſe diviſent & ſe ſubdiviſent en des artérioles ſi petites, qu'à peine peut-on en découvrir la fin. Toutes les *artères* battent ; & ce battement, auſſi bien que celui du cœur, conſiſte dans les deux mouvemens qu'on a appelé ſyſtole & diaſtole. Un plus long détail appartient à l'anatomie.

ARTICULÉ (*ſon.*) (*Voyez* SON ARTICULÉ.)

ARTIFICIEL (*aimant.*) (*Voyez* AIMANT ARTIFICIEL.)

ARTIFICIEL (*froid.*) (*Voyez* FROID ARTIFICIEL.)

ARTIFICIEL (*jour.*) (*Voyez* JOUR ARTIFICIEL.)

ARTIFICIEL (*œil.*) (*Voyez* ŒIL ARTIFICIEL.)

ARTIFICIER. (*l'art de l'artificier*) conſiſte à employer la poudre à canon, qu'on mélange avec d'autre ſubſtances dans des cartouches, pour en former des pièces d'artifice, ordinairement deſtinées aux réjouiſſances publiques. Cet art eſt une partie de la pyrotechnie, & il eſt porté aujourd'hui à un point étonnant de perfection. Torré, célèbre artificier françois, s'eſt diſtingué dans ce genre, & a fait voir dans les airs, au milieu des ombres de la nuit, des repréſentations, en quelque ſorte, dramatiques.

Les différentes combinaiſons du ſalpètre, du ſoufre, du charbon & du fer, produiſent des variétés non ſeulement dans les effets, mais encore dans la couleur des feux. [Ces couleurs conſiſtent en une dégradation de nuances du rouge au blanc. Le ſoufre, lorſqu'il prédomine, donne un bleu clair, & le fer produit des étincelles dont l'éclat a fait nommer *feu brillant*, la compoſition dans laquelle entre cette matière. La doſe de charbon & de ſoufre qui doit donner le plus de force au ſalpètre], n'eſt pas la même pour l'artifice que pour la poudre à canon : il en faut moins pour la poudre; attendu que la trituration qui diviſe le charbon & le ſoufre en plus petites parties qu'ils ne peuvent l'être dans les compoſitions d'artifice, multiplie, en quelque ſorte, ces matières, en multipliant leurs ſurfaces.

On fait des fusées volantes, des fusées à double vol, des gerbes, des soleils fixes ou tournans, des marrons luisans, des étoiles, des saucissons volans, des bombes d'artifice, &c. &c. Les *artificiers* font encore des feux pour brûler sur l'eau & dans l'eau; alors les cartouches sont recouvertes de quelques enduits ou vernis, composés avec des huiles & des matières résineuses, & quelquefois du goudron pour les rendre impénétrables à l'eau. Tels sont les grénouillères, les canards, les plongeons, &c. Ceux qui seront curieux de connoître les compositions de ces feux différens, peuvent consulter le *manuel de l'artificier.*]

ARTILLERIE (l') est l'art qui apprend à faire usage des armes à feu; dans un sens plus étendu, il a pour objet la construction de ces armes, & de tout ce qui a rapport à l'emploi de la poudre à canon dans l'art savant & terrible des combats. L'artillerie auroit alors trois parties principales, celle de tirer les canons, de jeter des bombes, de creuser & de conduire des mines, qui toutes ont une théorie, & exigent une grande pratique. St.-Remi, Belidor, Leblond, Dulacq & plusieurs autres ont donné des traités particuliers sur ce sujet.

L'artillerie chez les anciens étoit bien différente de la nôtre, car ils ne connoissoient pas la poudre à canon dont l'invention est moderne; leurs armes de jet étoient les balistes, les catapultes, &c. bien inférieures à nos armes à feu, quoi qu'en disent le Chevalier Folard & ses sectateurs. « Quelle différence en effet, de ces machines compliquées, auxquelles il falloit des chars pour les voiturer, & qu'on ne mettoit en batterie qu'avec peine, des machines dont les montans & les bras donnoient tant de prises aux batteries opposées, qu'on ne pouvoit mettre en action qu'à force de leviers, de cordages, de moufles, de treuils, auxquelles on opposoit des tours de charpente qui résistoient à leurs efforts pendant des temps infinis! quelle différence de ces machines à nos bouches à feu qui se chargent aisément & qui se mettent en batterie sur l'affût même qui sert à leur transport! quelle différence dans la longueur & la justesse des portées, dans la force des mobiles projetés & dans la rapidité des effets! voyez ces boulevards détruits & réduits si promptement dans un morceau de décombres, des fronts entiers de fortification que le ricochet force d'abandonner, des retranchemens ouverts & renversés, des files entières de cavalerie & d'infanterie emportés, le feu, l'effroi, l'épouvante, la mort portés à des distances incroyables par la force inexplicable du fluide élastique de la foudre, mis en action par l'inflammation subite: comparez ces ressorts avec celui des machines anciennes, & jugez. »

L'origine de l'artillerie ne peut être que postérieure à la découverte de la poudre à canon, qu'on attribue avec quelque fondement à Roger Bacon, cordelier d'Oxfort, qui en fait la description dans son traité de *nullitate magiæ*, imprimé en 1216 à Oxfort. *Voyez* la notice de sa vie, article BACON. Dès que la découverte qu'il avoit faite de la poudre à canon eut été répandue dans le public, les ingénieurs en firent aussitot usage dans le siége des places; ils renfermèrent ce mélange de salpètre, de soufre & de charbon, dans de longs cylindres formés de lames de fer jointes ensemble & fortement attachées avec des anneaux de cuivre: ce furent-là les premiers canons. On mit au-dessus de la poudre, un bouchon, & au-dessus du bouchon, des pierres rondes & fort pesantes. l'explosion de la poudre chassoit ces pierres avec violence, & par leur choc elles abbattoient les tours des places fortifiées. Mais le diamétre de ces canons étoit énorme. L'usage du canon étoit connu en France avant 1338: on a prétendu qu'en 1380, les Vénitiens s'en servirent dans leur guerre contre les Génois. Mahomet II fit battre les murs de Constantinople, en 1453, avec des pièces du calibre de douze cents livres, qui ne tiroient que quatre fois par jour. Lorsqu'on eût ensuite trouvé le moyen de fondre des boulets de fer, on fondit des canons de bronze, beaucoup plus petits; après vinrent les canons de fer, qui furent coulés, & après forés. Mais l'histoire ne nous apprend pas quelles ont été les époques & les degrés successifs de perfection auxquels cet art destructeur est enfin parvenu; elle est telle, cette perfection, que l'artillerie semble presque seule décider du sort des combats. (*Voyez* POUDRE A CANON, CANON, BOMBE.

ASCENDANT. Ce terme est souvent employé dans la physique céleste. On dit *signes ascendans*; ce sont ceux que le soleil parcourt dans la sphère oblique boréale, pendant l'hiver & le printemps, depuis le 21 décembre jusqu'au 21 juin, c'est-à-dire, depuis le solstice d'hiver jusqu'à celui d'été; temps où cet astre s'élevant successivement chaque jour sur l'horison, jusqu'à ce qu'il soit arrivé au point le plus proche de notre zénith, les jours croissent & les nuits diminuent; ces signes sont *le capricorne*, *le verseau*, *les poissons*, *le belier*, *le taureau & les gemeaux*. Les six autres signes sont nommés *descendans*, par une raison opposée. Il faut observer que dans la sphère oblique méridionale, les signes *ascendans* sont ceux que nous avons nommé descendans, & réciproquement, parce que le pôle méridional étant, dans cette supposition, élevé au-dessus de l'horison, le soleil chaque jour monte, en s'approchant de plus en plus du solstice du capricorne, du pôle austral & du zénith des peuples méridionaux, comme dans l'hypothèse précédente, il s'approchoit successivement de notre pôle boréal, du solstice du cancer & de notre zénith.

Quelques auteurs ont encore donné, mais fort

improprement, le nom de signes *ascendans*, aux signes qui sont les plus proches du pôle septentrional, à ceux qui sont dans l'hémisphère septentrional; alors les signes ascendans sont *le bélier*, *le taureau*, *les gémeaux*, *le cancer*, *le lion* & *la vierge*. Les habitans de l'hémisphère méridional les regardent comme descendans, & nomment ascendans les six autres signes.

La *latitude ascendante* est celle d'une planète, tandis qu'elle est dans l'hémisphère septentrional.

Le *nœud ascendant* est le point où l'orbite d'une planète coupe l'écliptique, lorsque cette planète passe du midi au nord de l'écliptique; le pôle nord étant plus élevé que nous, ce nœud a été nommé *ascendant*, quelquefois on l'appelle encore *nœud septentrional* & *tête de dragon* : c'est le contraire pour ceux qui habitent l'hémisphère méridional.

On dit en général, qu'un astre est *ascendant*, lorsqu'il s'élève sur l'horison dans un cercle quelconque, parallèle à l'équateur.

ASCENDANT; *aorte ascendante*. C'est la portion supérieure de l'artère qui distribue le sang à la tête; comme la veine cave *ascendante* est ce qui porte le sang des parties inférieures au cœur.

ASCENDANT. *Brouillards ascendans*. *Voyez* BROUILLARDS.

ASCENDANT. *Tonnerre ascendant*; *foudre ascendante*. *Voyez* TONNERRE, FOUDRE.

ASCENDANT. *Paratonnerre ascendant*. *Voyez* PARATONNERRE.

ASCENDANTE. *Rosée ascendante*. *Voyez* ROSÉE.

ASCENDANTE. *Trombe ascendante*. *Voyez* TROMBE.

ASCENSION. Ce mot a diverses acceptions. En physique, on entend par ascension, l'élévation ou le mouvement d'un corps de bas en haut; c'est le contraire de descente, abaissement; en ce sens, on dit l'*ascension des vapeurs*. Quelle est la cause de l'ascension ou élévation des vapeurs dans l'atmosphère? On traitera de cette question à l'article MÉTÉORES AQUEUX, *vapeurs*. On se sert encore de ce terme pour désigner l'élévation du mercure dans le baromètre, celles de l'eau dans les pompes aspirantes, celle des liqueurs dans les tubes capillaires. *Voyez* les mots AIR, PESANTEUR DE L'AIR; BAROMÈTRE, POMPES, TUBES CAPILLAIRES.

L'ASCENSION *en astronomie*, signifie un arc ou un point de l'équateur qui passe en même-temps avec un astre, soit par le méridien, soit par l'horison oriental. On distingue en astronomie, deux espèces d'*ascension*, la *droite* & *l'oblique*. Mais cet objet ayant déjà été traité dans le dictionnaire de mathématique, & dans la partie de l'astronomie, à laquelle il appartient, on y aura recours.

ASCENSION *de la sève*. Selon plusieurs physiciens, la sève dans les plantes ne circule pas, mais s'élève & s'abaisse alternativement dans les vaisseaux qui la contiennent, par un effet de la chaleur du jour & de la fraicheur de la nuit, & de quelques autres causes.

ASCIENS. C'est le nom qu'on donne aux habitans de la zone torride qui, pendant certains jours de l'année, n'ont point d'ombre à midi, le mot d'asciens signifiant *sans ombre* : cette privation d'ombre leur arrive lorsque le soleil est à leur zénith. Les peuples qui sont contenus dans toute l'étendue de cette grande zone, qui est renfermée entre les deux tropiques, voyant passer deux fois chaque année, le soleil par leur zénith, directement au-dessus de leur tête, sont donc deux fois par an, sans ombre ou *asciens*. Les peuples qui sont directement sous la ligne équinoxiale ou équateur, sont sans ombre à midi, les jours où le soleil décrit l'équateur, c'est-à-dire, les deux jours des équinoxes pour toute la terre, savoir, celui où il entre dans le signe du bélier, & dans le signe de la balance, environ le vingt-un mars, & le vingt-deux septembre. Ces jours sont différens pour les autres peuples, suivant le parallèle à l'équateur où ils sont situés. Mais tous les autres jours de l'année, excepté ces deux jours où ils sont *asciens*, leur ombre est plus ou moins grande à midi, & sa direction est tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Cette ombre est toujours du côté opposé au soleil. Lorsque le soleil est dans l'hémisphère méridional, les peuples de la partie de la zone torride, qui est dans l'hémispère septentrional, ont leur ombre tournée à midi vers le septentrion, pendant six mois; & le soleil étant ensuite dans l'hémisphère septentrional, les habitans de la torride, qui sont dans l'émisphère méridional, auront encore à midi, pendant six mois, leur ombre tournée vers le midi. Ces peuples, qui sont compris entre les deux tropiques, ont été appelés *asciens-amphisciens*, parce qu'ils sont sans ombre deux fois l'année, & que hors de ce temps, ils ont l'ombre méridienne, tantôt dirigée vers le midi, tantôt vers le nord, & sont, en un sens, *binombres* ou amphisciens.

Les peuples qui sont sous les tropiques, ont été nommés *asciens hétérosciens*, sont seulement une fois par an sans ombre à midi, le jour où le soleil est dans le tropique qu'ils habitent; & tout le reste de l'année ils sont *hétérosciens*, leur ombre étant constamment tournée du même côté, c'est-à-dire, vers le nord, s'ils sont sous le tropique du cancer; & vers le midi, s'ils habitent le tropique du capricorne, parce que l'ombre est toujours du côté opposé au soleil. *Voyez* AMPHISCIENS.

ASPECT. Ce mot désigne les situations respectives des planètes entr'elles, ou même des étoiles. Ce terme est actuellement presque hors d'usage; les astrologues s'en servoient autrefois, c'est une raison pour le répudier entièrement, puisqu'il n'y a pas d'apparence que les vieilles erreurs des influences particulières des astres puissent jamais ressusciter parmi nous. Les astrologues croyoient que l'influence des astres augmentoit ou diminuoit, selon les situations respectives que les planètes avoient les unes par rapport aux autres dans le zodiaque, leurs forces se réunissant ou se détruisant en partie. Kepler a défini *l'aspect*, un angle formé par des rayons qui, partant de deux planètes, viennent à se rencontrer sur la terre, & qui ont la propriété de produire quelque influence naturelle.

Les anciens distinguoient principalement cinq sortes d'aspects, la conjonction, l'opposition, le sextil, le trine & le quadrat. Le troisième étoit désigné par une étoile à six rayons, le quatrième par un triangle, & le cinquième par un quarré, ce qui signifioit que deux astres différoient en longitude de soixante degrés ou la sixième partie de la circonférence du cercle; de cent vingt ou la troisième partie, de quatre-vingt-dix degrés, quart de la circonférence. L'*aspect* quadrat, par exemple, étoit donc l'angle mesuré par le quart du cercle, l'*aspect* en général étant l'angle des rayons lumineux qui, partis de deux planètes, viennent se réunir sur la terre. Par rapport aux influences, les *aspects* étoient divisés en *benins*, *malins* & *indifférens*. Nous passons ici sous silence plusieurs autres divisions des aspects, tels que le *decile*, le *tridecile*, le *biquintile*, &c., parce que ces objets, absolument surannés, sont aussi ridicules qu'inutiles; & nous n'en avons fait une légère mention, que pour satisfaire l'intention de quelques curieux qui auroient pu croire qu'un dictionnaire qui ne renfermeroit pas les mots consacrés anciennement, seroit incomplet.

ASPECT signifie exposition, par rapport au soleil levant, au midi couchant, ou relativement au nord. En agriculture on fait beaucoup de cas d'une bonne exposition; celle du midi est la plus favorable au grand nombre des plantes, parce qu'elle est plus long-temps échauffée par les rayons du soleil. On ne doit pas non plus négliger une bonne exposition par rapport à la santé.

ASPIRANT; tuyau *aspirant*, c'est celui qui est mis au bas d'une pompe, pour faire monter l'eau à une certaine élévation. *Voyez* POMPE ASPIRANTE.

ASPIRANTE ET FOULANTE. *Voyez* POMPE ASPIRANTE ET FOULANTE.

ASPHIXIE. Ce mot vient du grec, & signifie *sans pouls*; il désigne une abolition subite du mouvement & du sentiment, accompagnée de la privation du pouls, & de la respiration. C'est le dernier degré de la syncope, & l'état le plus voisin de la mort. Quoiqu'il paroisse au premier coup-d'œil que cette matière est étrangère à la physique, cependant elle a avec cette science un grand rapport. Les divers instrumens que la physique modernes a imaginé pour rétablir la respiration, tels que les SOUFLETS APODOPNIQUES, les POMPES APODOPNIQUES, &c. &c. *Voyez* APODOPNIQUE. Les différentes expériences qu'on fait sur les gaz, fluides aréiformes, dont la plupart sont méphitiques & capables de faire tomber les animaux en asphixie; les divers moyens qui sont relatifs à ces objets, & qu'on a imaginé pour éviter de tomber en asphixie ou pour en échapper; ce qu'on a établi à l'article de l'*air, relativement à l'économie animale*, n°. XII: toutes ces considérations prouvent qu'on ne peut se dispenser de faire connoître ici ce qui a été dit de plus intéressant sur cette matière, d'ailleurs si utile par elle-même. *Voyez* encore les articles CHARBON, MÉPHITISME, RENOUVELLEMENT DE L'AIR, GAZ AZOTE.

Les causes extérieures qui produisent l'asphixie, sont la vapeur du charbon, le gaz fixe dégagé par la fermentation, une compression quelconque du col ou de la poitrine, le froid, divers lieux méphitiques offerts par la nature, les émanations qui s'échappent des fosses d'aisance, & la foudre.

Pour être bien instruit de ce qui regarde l'état d'asphixie, il faut savoir s'il y a quelque signe positif de l'extinction de la vie, & distinguer la mort apparente de la mort absolue, mais cela est très-difficile; il y a à ce sujet plusieurs opinions qui ne sont pas du ressort d'un ouvrage de physique. Nous dirons seulement ici deux mots sur le sentiment de M. Kite, non qu'il soit le plus certain, mais parce qu'il présente une distinction aisée à concevoir & à fixer les idées du grand nombre des lecteurs. La mort apparente consiste dans la suspension de la circulation, de la respiration & de l'action du cerveau; tandis que l'irritabilité ou cette propriété particulière des fibres musculaires qui les rend capables de se contracter lorsqu'elles sont irritées, subsiste encore. La mort absolue a lieu lorsque, non-seulement toutes les fonctions vitales, naturelles & animales ont cessé, mais que le principe même de l'irritabilité est détruit. La vie, selon M. Kite, subsiste tant que l'irritabilité reste; quoiqu'il ne soit pas certain qu'on puisse rétablir l'exercice réglé & soutenu des fonctions, lors même qu'un certain degré de cette propriété se fait distinguer.

L'asphixie est, comme on l'a dit, une maladie qui consiste dans la cessation subite du pouls, du sentiment, du mouvement & de la respiration. Si elle est continuée trop long-temps, les vaisseaux du col, de la face & du cerveau s'engorgent, le sang se raréfie, sort quelquefois par différens émonctoires, & le poumon qui est alors souvent rétréci, se trouve rempli de sang. M. Troja, qui a fait périr

un grand nombre d'animaux par les vapeurs méphytiques, y a même remarqué de petites déchirures. On se tromperoit cependant, en regardant la lésion de la respiration, comme la seule cause des accidens qu'éprouvent les asphixiés; l'expérience suivante semble démontrer le contraire. On sait que les grenouilles vivent quelquefois une ou deux heures après qu'on leur a ôté le poumon. M. Spalanzzani en a exposé plusieurs auxquelles il venoit de l'enlever, à l'action d'un fluide méphytique, sous un bocal, & il les a vu périr presque sur le champ. Le docteur Carminali, dans un grand ouvrage sur les exhalaisons méphytiques, assure que leur effet est de détruire promptement l'irritabilité.

Plusieurs faits prouvent aussi que les personnes tombées en asphixie, ont souvent quelques-unes de leurs parties dans un état de spasme. M. Harmant, & plusieurs autres médecins, ont vu quelquefois les mâchoires des personnes asphixiées, très-serrées l'une contre l'autre; & ce spasme varie suivant la nature du gaz dans lequel le malade a été plongé. Le gaz inflammable est celui de tous qui donne le plus de mal-aise; il occasionne des convulsions & même le tétanos. Le gaz fixe produit ensuite les effets les plus fâcheux; la vapeur du charbon n'a pas tout-à-fait autant d'énergie, ainsi que l'a prouvé M. Buquet.

Tous les effets de cette maladie paroissent donc devoir être déduits, 1°. d'une sorte d'engourdissement occasionné par l'action des vapeurs méphytique sur les nerfs; 2°. du défaut de respiration; 3°. des engorgemens plus ou moins considérables, qui en sont une suite nécessaire.

Les indications que l'on doit se proposer en pareil cas, paroissent être les suivantes, aux commissaires de l'académie des sciences, MM. Portal & Vicq-d'Azir, dans un rapport dont on trouve ici un précis.

1°. Détruire l'engourdissement nerveux par quelque secousse ou irritation; 2°. rétablir le jeu des poumons; 3°. prévenir les accidens qui sont la suite de l'engorgement.

Cæsalpin, Panarolle, Boerhaave, Wagner, Lorry, Boucher, Fothergill, &c., ont conseillé avec succès d'exposer les malades asphixiés par la vapeur du charbon, à l'air frais, & de leur jeter de l'eau froide sur le corps; de leur faire respirer de l'esprit volatil de sel ammoniac; de les frotter par tout le corps; de leur appliquer des vésicatoires, des lavemens de tabac.

L'insufflation qui peut se faire par le nez ou par la bouche, avec le tuyau décrit par M. Piat, ou même avec un soufflet, ou de toute autre manière, est très-utile.

La plupart des méthodes employées pour rappeler à la vie des asphixiés, quoique différentes, ont toutes eu du succès; la raison en est qu'elles sont toutes irritantes, toutes excitent, réveillent, & c'est-là l'objet essentiel. Telle est la raison pour laquelle les acides, les alkalis, les odeurs empireumatiques & fortes, les aspersions d'eau froide, partielles ou totales, les bains froids, les sternutatoires, les insufflations dans la poitrine, les lavemens de tabac, les scarifications même, ont réussi.

S'il s'agit de secourir des asphixiés dans le lieu même où sont accumulées des vapeurs méphytiques, il faut que ceux qui s'exposent se fassent passer une corde sous les bras. Si une lumière plongée dans ce lieu, s'y éteint, il faut sur-le-champ y jeter abondamment de l'eau froide, & la répandre à la manière des arrosoirs, en ayant toujours soin que les personnes tombées en asphixie, ne soient pas submergées.

Dans bien des cas, on peut employer avec succès le moyen indiqué par M. de Morveau, & qui consiste à répandre de l'acide vitriolique sur du sel marin, un peu séché auparavant.

La personne souffoquée par les vapeurs méphytiques, étant une fois tirée de l'endroit infecté, il faut l'en éloigner & la transporter dans un lieu frais & bien aéré, la déshabiller si son corps est souillé par quelques immondices, l'étendre par terre sur un drap, la tête un peu élevée, & lui faire jeter dessus plusieurs sceaux d'eau froide avec force & d'un peu loin, afin d'exciter plus de surprise. Le corps étant suffisamment nettoyé, on assujettira le malade sur un siége bas, où il sera un peu renversé en arrière, & plusieurs personnes seront occupées sans relâche à lui jeter sur le visage & sur la poitrine, de l'eau la plus froide par verrées & de loin.

Inutilement on conseilleroit, à cette époque, des potions quelconques ou la saignée; la déglutition ne pouvant avoir lieu, les fluides ne parviendroient pas jusqu'à l'estomac; d'un autre côté, quand la veine seroit ouverte, le sang ne sortiroit qu'en très-petite quantité à cause de l'inaction de tous les vaisseaux, & s'il sortoit plus abondamment, il seroit bien à craindre qu'un affaissement mortel n'en fût la suite : ainsi, jusqu'à ce que les mouvemens vitaux se soient fait apercevoir, on ne doit rien attendre que des irritans extérieurs.

Il ne faut pas oublier de stimuler la membrane pituitaire, soit avec l'alkali volatil, qui est très-actif, soit avec le sel de vinaigre, soit avec l'acide sulfureux volatil, dégagé du soufre que l'on fait brûler, & qu'il est facile de se procurer par-tout.

Les frictions faites sur les différentes parties du corps avec des linges imbibés de vinaigre, procureront aussi un grand avantage.

Quant à l'insufflation, pour la mettre en usage, il suffit de placer un tuyau dans le nez ou dans

la bouche du malade, en fermant celle de ces cavités qui sera restée ouverte, & d'introduire, par ce moyen, une très-petite quantité d'air qu'on augmentera ensuite peu-à-peu. La glotte qui reste ouverte lui donne un libre passage. L'instrument conseillé par M. Pia, a cet avantage, qu'en le pinçant, on intercepte l'air qui peut revenir du malade vers la bouche de celui qui souffle dans le tuyau. Il est très-important de remarquer que si le malade commence à respirer, ou s'il respire encore un peu, il faut s'abstenir de ce procédé qui ne pourroit que le suffoquer davantage. L'usage d'un soufflet seroit préférable, parce que, par ce moyen, on introduiroit un air plus frais, plus pur & moins dénaturé que celui qui a déjà été respiré.

Lorsque le mouvement de la poitrine commencera à se ranimer, on agitera l'air auprès du malade, soit avec un chapeau, soit avec un éventail, de manière à le diriger vers sa bouche : on placera encore, dans ce moment, les vapeurs stimulantes sous le nez, avec la précaution de les empêcher de pénétrer dans la bouche. Si l'on peut parvenir à le faire éternuer, on lui procurera beaucoup de soulagement, & sa guérison sera très-avancée. Aussitôt que la déglutition pourra s'exécuter, même foiblement, on introduira dans la bouche quelques cuillerées d'eau fraîche, à laquelle on aura ajouté du vinaigre ou du suc de citron.

Alors les mouvemens vitaux commençant à se rétablir, on doit principalement insister sur les frictions qui seront faites par plusieurs personnes en même-temps, sur le tronc & les extrémités.

Aussitôt que le malade aura éprouvé un tremblement, & un saisissement qui sont une suite nécessaire du procédé indiqué ci-dessus, on l'enveloppera dans un drap sec & médiocrement chaud, & on le transportera dans son lit ; mais on ne discontinuera pas les frictions.

L'émétique ne doit jamais être employé dans ce cas : les vaisseaux du cerveau sont trop disposés à l'engorgement, pour qu'on risque de les surcharger de nouveau. On pourroit, tout au plus, donner l'émétique en lavage, si le malade avoit beaucoup mangé avant son accident.

On se bornera aux potions acidules & aigrelettes, les cordiaux, proprement dits étant très-dangereux. Mais si le malade est très-sanguin, si en tombant il s'est blessé, ou si les symptômes, qui annoncent l'engorgement, sont très-opiniâtres ; dans ce cas, la circulation rétablie, on fera une saignée au bras, mais on tirera peu de sang. Ajoutons que les lavemens, un peu irritans, sont nécessaires ; ceux que l'on prépare avec le savon & le sel de cuisine, conviennent beaucoup dans ce cas ; ils stimulent suffisamment & font sortir les matières accumulées.

Cette méthode peut être également employée pour les personnes suffoquées par le tonnerre, par les vapeurs des caves en fermentation, par celles du charbon, ainsi que par les émanations des puits, cloaques & fosses d'aisance.

Dans un mémoire de M. Gorcy, médecin de l'hôpital militaire de Neuf-Brisack, sur les différens moyens de rappeler à la vie les asphixiques, on trouve la description d'un instrument, au moyen duquel on peut rétablir la respiration. On le nomme soufflet APODOPNIQUE, c'est-à-dire, soufflet propre à rétablir la respiration. *Voyez* APODOPNIQUE. (*Soufflet.*) Si par l'insufflation, on tente de faire renaître la circulation dans un asphixié, on introduit dans ses poumons un air méphytique, peu propre à entretenir la flamme & à servir à la respiration. Il est donc à propos de chercher un autre moyen que celui de souffler dans la bouche d'une personne tombée en asphixie. On avoit pensé à l'usage d'un soufflet ordinaire ; mais les poumons d'un asphixié étant déjà remplis d'un air méphytique & délétère, on ne peut y introduire un nouvel air, à moins que d'avoir auparavant pompé le premier.

Pour cet effet, il faut se servir d'un double soufflet, dont l'un aspirera d'abord l'air méphytique, & l'autre injectera un nouvel air : il est inutile d'observer que les deux soufflets simples, quoiqu'ils aient un panneau commun, celui qui est intermédiaire, n'ont entre eux aucune communication.

Le panneau extérieur de chaque soufflet est garni d'un trou à soupape. Il y a également, aux bouts des tuyaux des soufflets, des soupapes qui sont dans une petite boîte commune, & elles sont disposées convenablement pour aspirer & injecter de l'air.

MM. Van-Marum & Van-Trooſtwyk ont conseillé de souffler de l'air déphlogistiqué dans les poumons des asphixiés, & ont proposé également, à cette occasion, l'usage d'une vessie, munie d'un tube de leur invention. « Au moyen de ce procédé, ils ont rendu la vie à plusieurs oiseaux & lapins asphixiés par le séjour dans l'air vicié, soit par la respiration, soit par la vapeur du charbon allumé. Ce traitement a encore eu tout le succès desiré sur les animaux étouffés en apparence par l'air fixe dégagé par la fermentation des liqueurs préparées avec de la drêche ; mais il a échoué en le tentant sur des sujets suffoqués par l'air fixe que l'esprit de vitriol délayé a chassé de la craie. » Mais le soufflet de M. Gorcy est préférable, parce qu'il aspire d'abord l'air méphytique, & qu'il injecte ensuite de l'air atmosphérique ou de l'air vital.

M. Heus-Courtois a proposé, depuis le soufflet de M. Gorcy, une pompe APODOPNIQUE, qui sert

à rétablir le mécanisme de la respiration dans les personnes asphixiées ; elle est composée de deux cylindres de cuivre, contenant chacun un piston, qui s'élèvent & s'abaissent alternativement par le moyen d'une manivelle commune. Il y a des soupapes placées convenablement. *Voyez* APODOPNIQUE. (*pompe.*)

Nous ajouterons ici que M. le Cat avoit eu autrefois l'idée d'une espèce de syphon propre à souffler de l'air dans la poitrine. Il proposoit de faire passer une branche de syphon dans l'ouverture de la glotte ; mais ce moyen a paru à plusieurs, sujet à beaucoup de difficultés, dont la principale est de ne pouvoir relever l'épiglotte pour introduire le tuyau ; car, dans presque tous les cas de suffocation ou de submersion, les dents sont serrées, & il est très-difficile d'introduire, même dans la bouche, un instrument quelconque. Alors, on fait l'insufflation de l'air dans la poitrine par la voie d'une des deux narines, ce qui réussit très-bien.

Il y a des asphixies qui sont occasionnées par un grand froid ; nous en parlerons à l'article FROID.

[ASSIMILATION, composée des mots latins *ad* & *similis*, semblable ; se dit de l'action par laquelle des choses sont rendues semblables, ou ce qui fait qu'une chose devient semblable à une autre.

ASSIMILATION, *en physique*, se dit proprement d'un mouvement par lequel des corps transforment d'autres corps qui ont une disposition convenable, en une nature semblable ou homogène à leur propre nature.

Quelques philosophes lui donnent le nom de mouvement de multiplication, dans l'opinion où ils sont que les corps y sont multipliés, non pas en nombre, mais en masse ; ce qui s'exprime plus proprement par le mouvement d'augmentation ou d'accroissement.

Nous avons des exemples de cette assimilation dans la flamme qui convertit l'huile & les particules des corps qui servent à nourrir le feu, en matière ardente & lumineuse. La même chose se fait aussi remarquer dans l'air, la fumée & les esprits de toute espèce. *Voyez* FLAMME, FEU, *&c.*

On voit la même chose dans les végétaux, où la terre imbibée de sucs aqueux, étant préparée & digérée dans les vaisseaux de la plante, devient d'une nature végétale, & en fait accroître le bois, les feuilles, le fruit, *&c.*

Ainsi dans les corps animaux, nous voyons que les alimens deviennent semblables ou se transforment en substance animale par la digestion, la chylification, & les autres opérations nécessaires à la nutrition.]

ASTÉRISME. Ce mot, dont l'origine vient de *stella*, *étoile*, est la même chose que CONSTELLATION.

ASTRAL. Ce mot peu en usage, se dit de ce qui a rapport des étoiles, & même des autres astres; ainsi année ASTRALE signifie la même chose que ANNÉE SYDÉRALE. *Voyez* ce mot.

ASTRES. Ce nom est consacré pour désigner les corps célestes qui, n'empruntant point leur éclat d'aucun autre corps, sont lumineux par eux-mêmes, tels sont le soleil & les étoiles. Néanmoins, on donne quelquefois ce nom à tous les corps célestes, même aux planètes principales, aux satellites & aux comètes : dans ce sens, on dit, par exemple, à la première apparition d'une comète, un nouvel *astre* vient de paroître : on dit les satellites de jupiter ont été nommés autrefois les *astres* de Médicis ; &c. quoique ces corps soient opaques, comme notre terre, & ne brillent que d'une lumière empruntée, d'une lumière qui, venant du soleil sur leur surface, en est ensuite réfléchie vers nos yeux, le grand nombre de ceux qui tournent leurs regards vers le ciel ne les distingue pas des corps célestes lumineux par nature, & appelle indifféremment *astres* tous les globes célestes qui brillent d'un certain éclat. Aux articles ÉTOILES, PLANÈTES & COMÈTES, on donnera des caractères sûrs pour les distinguer : on y traitera aussi de leur nature & de tout ce qui peut avoir rapport à leurs grandeurs, à leurs distances, à leurs mouvemens vrais ou apparens, &c. On a cru autrefois que les astres influoient sur la terre : cette question sera traitée au mot INFLUENCE DES ASTRES.

ASTRE. (*coucher d'un*) (*Voyez* COUCHER D'UN ASTRE.)

ASTRE. (*lever d'un*) (*Voyez* LEVER D'UN ASTRE.

ASTRE. (*latitude d'un*) (*Voyez* LATITUDE D'UN ASTRE.)

ASTRE. (*longitude d'un*) *Voyez* LONGITUDE D'UN ASTRE.

ASTROLOGIE. Ce mot, selon son étimologie & suivant l'ancienne acception, signifioit la connoissance du ciel & des astres. Pour désigner ces objets, on se sert à présent de celui d'astronomie. *Voyez* ASTRONOMIE. L'*astrologie* dont la signification a changé depuis long-temps, est regardée comme l'art de prédire les évènemens futurs par les aspects, les positions & les influences des corps célestes. On la divise en *astrologie naturelle*, & *judiciaire*. La première est l'art de prédire les effets naturels, tels que les changemens de temps, les vents, les tempêtes, les orages, les tonnerres, les inondations, les tremblemens de terre, &c. *Goad*, dans son ouvrage Anglois sur l'*astrologie*, a prétendu que la contemplation des astres pouvoit conduire à la connoissance des inondations & d'une infinité

d'autres phénomènes, & il a tâché d'expliquer la diversité des saisons par les différentes situations & les mouvemens des planètes; par leurs rétrogradations, par le nombre des étoiles qui composent une constellation, &c. D'autres on dit que l'humidité, la chaleur, le froid, &c. (qualités que la nature emploie à la production des deux effets considérables, la condensation & la raréfraction,) dépendent presqu'entièrement de la révolution, des mouvemens, de la situation, &c. des corps celestes.

L'*astrologie judiciaire*, que l'usage désigne à présent sous le nom d'*astrologie*, est l'art prétendu d'annoncer les *évènemens moraux* avant qu'ils arrivent, c'est-à-dire, les évènemens qui dépendent de la volonté & des actions libres de l'homme, comme si les astres avoient quelque influence sur lui. Le ciel, disent les astrologues, est un grand livre où Dieu a écrit de sa main l'histoire du monde, & où tout homme peut lire sa destinée. On croit que l'astrologie a pris naissance dans la Chaldée, d'où elle pénétra en Egypte, en Grèce & en Italie, &c. Le peuple romain les soutint malgré les édits des empereurs qui les bannissoient. Les Brames ou Bramines furent régardés dans l'Inde comme des oracles, & passoient pour les dispensateurs des biens & des maux à venir. Les Juifs & les Grecs modernes croyent encore aux prédictions par les astres, aux horoscopes, aux talismans. En France on a été long-temps infecté de la même superstition : sous la reine *Cathérine de Médicis*, on n'osoit rien entreprendre d'important sans avoir auparavant consulté les astres; & sous le règne de Henri III & de Henri IV, il ne fut question dans les entretiens de la cour, que des prédictions des astrologues.

Barclay, évêque de Cloine, a fait dans le second livre de son *argenis*, une réfutation de ce ridicule préjugé qui régnoit alors dans beaucoup d'endroits, si c'est de la configuration & de l'influence des astres qui ont présidé à votre naissance, dit-il, que dépendent les différentes circonstances heureuses ou malheureuses de notre vie & de notre mort, comment concilier cette opinion avec la rapidité du mouvement des cieux qui est si grande, qu'un seul instant suffit pour changer la disposition des astres? & puisque ce mouvement si prompt qu'on ne peut le concevoir, entraine avec lui tous les corps célestes, les promesses ou les menaces qui y sont attachées, ne doivent-elles pas aussi changer selon leurs différentes situations ? pour lors comment fixer les destinées ? connoît-on l'heure précise de la naissance d'un enfant; & pourquoi choisir plutôt l'étoile qui a présidé à la naissance, que celle qui dominoit durant le temps de la formation de l'enfant ? Ceux qui s'engagent dans le parti des armes, & qui périssent dans une même bataille, sont-ils tous nés sous la même constellation ? Et peut-on dire qu'un vaisseau qui doit échouer, ne recevra que ceux que leurs mauvaises étoiles auront condamnés en naissant à faire naufrage? &c. Barclay développe, d'une manière fort ingénieuse, plusieurs bonnes raisons contre l'*astrologie*. Dans l'ancien article que nous avons abregé jusqu'ici, on trouve de longues citations de l'*argenis*, mais le peu que nous en avons rapporté, suffit pour réfuter l'opinion extravagante des partisans de l'astrologie, qu'on ne trouve guère plus que dans l'Asie, au Japon & dans les iles Maldives. Car aujourd'hui, ainsi qu'on l'a remarqué avec raison, le nom d'*astrologues* est devenu si ridicule, qu'à peine le plus bas peuple ajoute-t-il quelque foi aux prédictions des almanachs.

Quand à l'*astrologie naturelle*, restreinte dans de justes bornes, c'est-à-dire, des bornes très-étroites, elle est une partie de la physique; & elle ne peut guère prédire que, peu à l'avance, des changemens de temps, des variations de température, en consultant les instrumens physiques sur lesquels l'état de l'atmosphère exerce une action. *Voyez* AIR, BAROMÈTRE, INFLUENCE, CHANGEMENT DE TEMPS, POINTS LUNAIRES, HYGROMÈTRE, MÉTÉOROOLGIE.

ASTRONOMIE. On donne ce nom à la science qui a pour objet la connoissance des phénomènes célestes, c'est-à-dire, des mouvemens, des grandeurs, des situations, des distances, en un mot, de tout ce qui a rapport aux corps célestes. L'astronomie, dit d'Alembert, est une science dont l'étude, après celle de nous-même, est la plus digne de notre application, par le spectacle magnifique qu'elle nous présente; joignant l'observation au calcul, & les éclairant l une par l'autre, cette science détermine avec exactitude digne d'admiration, les distances & les mouvemens les plus compliqués des corps célestes; elle assigne jusqu'aux forces mêmes par lesquelles ces mouvemens sont produits ou altérés. Aussi peut-on la regarder à juste titre comme l'application la plus sublime & la plus sûre de la géométrie & de la mécanique réunies, & ses progrès, comme le monument le plus incontestable du succès auquel l'esprit humain peut s'élèver par ses efforts.

L'origine de l'astronomie se perd dans la nuit des temps; mais il est très-probable, ainsi que plusieurs savans l'ont remarqué, qu'elle a été inventée dès le commencement du monde. Joseph raconte dans ses antiquités judaïques, livre premier, que les descendans de Seth, pour conserver la mémoire des observations célestes qu'ils avoient faites avant le déluge, gravèrent les principales sur deux colonnes, l'une de pierre & l'autre de brique; celle de pierre résista aux eaux du déluge, & de son temps même, dit il, on en voyoit encore des vestiges dans la Syrie. Quoi qu'il en soit de cette narration qui

indique néanmoins une tradition fort ancienne sur le goût des patriarches pour l'*astronomie*, on ne peut douter, dit M. de Cassini, que l'astronomie n'ait été inventée dès le commencement du monde : « comme il n'y a rien de plus surprenant que la régularité du mouvement de ces grands corps lumineux, qui tournent incessamment autour de la terre, il est aisé de juger qu'une des premières curiosités des hommes a été de considérer leur cours, & d'en observer les périodes. » La nécessité, encore plus que la curiosité, dut aussi les y obliger ; car si l'on n'observe les saisons qui se distinguent par le mouvement du soleil, il est impossible de réussir dans l'agriculture, ni d'établir aucun ordre dans la société.

Afin de mettre quelque ordre dans les recherches qui ont été faites sur l'origine de cette science, il est nécessaire de distinguer les époques, la mythologie, qui remonte tout au plus à 2300 ans avant l'ère chrétienne, temps auquel on a coutume de supposer le déluge ; les observations chaldéennes, qui ne vont guère qu'à 720 ans avant J. C. & les recherches de détail qui n'ont commencé que 400 ans avant l'ère chrétienne.

Origine fabuleuse de l'astronomie. Diodore de Sicile parlant des Atlantes, dit que ce peuple, le plus policé de l'Afrique, dont le pays étoit riche & rempli de grandes villes, prétendoit qu'Uranus, leur premier roi, qui rassembla les hommes en société, étoit soigneux observateur des astres, qu'il détermina plusieurs circonstances de leurs révolutions, mesura l'année par le cours du soleil, & les mois par celui de la lune, & désigna le commencement & la fin des saisons. Les prédictions d'Uranus le firent mettre au rang des dieux après sa mort, & on donna son nom à la partie supérieure de l'univers. Uranus eut, dit-on, quarante-cinq enfans de plusieurs femmes; les dix-huit qu'il eut de Titœa, furent appelés Titans : il fut aussi père d'Atlas & de Saturne. Atlas excella dans l'astrologie, & représenta l'univers par une sphère ; c'est pour cette raison qu'on a prétendu qu'Atlas portoit le monde sur ses épaules.

Hesper, un des enfans d'Atlas, recommandable par sa piété & sa justice, fut aussi observateur des astres ; on lui décerna encore les honneurs divins, & on donna son nom d'Hesper au plus brillant des astres, à Vénus. Hercule transmit ensuite aux Grecs, les connoissances astronomiques qu'il avoit reçues d'Atlas, & il passa dans la suite pour l'inventeur de l'astronomie. Aux fables d'Uranus, d'Atlas & d'Hercule, on doit ajouter celles de tous les hommes illustres qui s'étoient distingués dans l'astronomie, & qui passèrent pour en être les inventeurs. Lucien, dans son petit ouvrage sur l'astrologie, explique par là les fables d'Orphée, de Tirésias, Atrée, Thieste, Bellerophon, Phryxus, Dœdale, Pasiphaé, Endymion, Phaéton, Musœus, Linus, Cassiopée, Céphée, Prométhée qui tous, au jugement des anciens, durent leur célébrité à leurs connoissances dans l'astronomie.

Tout ce qu'on vient de voir jusqu'ici, n'est qu'une tradition obscure & fabuleuse ; mais vers le temps de l'expédition des Argonautes, 1300 ou 1400 ans avant Jésus-Christ, l'astronomie fit quelques progrès. Le Centaure CHIRON, Thessalien, que d'autres ont dit être fils de Saturne, apprit aux hommes les figures du ciel, suivant l'auteur de la Titanomachie. L'expédition fameuse des Argonautes, paroît liée avec l'établissement des constellations dans la Grèce, comme l'observe M. Newton, dans sa chronologie. On voyoit sur la sphère de Musœus, le *bélier* d'or, qui étoit le pavillon du navire dans lequel Phryxus se sauva dans la Colchide; le *taureau* aux pieds d'airain, dompté par Jason ; les *gémeaux*, Castor & Pollux, deux des Argonautes ; le *Cigne* de Léda leur mère ; le *Navire* Argos, l'*Hydre*, ce dragon si vigilant ; la *coupe* de Médée, &c. &c ; le *cancer*, le *lion*; enfin la *lyre* d'Orphée, qui étoit aussi l'un des Argonautes. Tout cela semble prouver que ces noms furent donnés par les Grecs aux constellations, peu-après le temps du voyage des Argonautes.

De l'astronomie des Chaldéens. Lorsque les enfans de Noé eurent quitté les rochers de la Gordienne, & commencé à former un peuple nombreux dans les grandes plaines de Sennaar, où fut bâtie la ville de Babylone, ils portèrent plus particulièrement leur attention vers le ciel, où tout concouroit à fixer leurs regards. La garde des troupeaux faisoit leur principale occupation ; mais la chaleur du jour les déterminoit à choisir le temps de la nuit pour leurs travaux, leurs exercices & leurs voyages. Les Chaldéens firent donc des progrès distingués dans l'astronomie. L'astrologie des Babyloniens est citée dans divers endroits de l'écriture. Plusieurs auteurs ont regardé Abraham comme un astronome Chaldéen, qui avoit appris l'arithmétique & l'astronomie aux Egyptiens. Il est parlé de plusieurs constellations dans le livre de Job, & Job étoit Arabe & voisin de la Babylonie. On trouve, dès le temps d'Achaz, 750 ans avant J. C. l'usage des cadrans solaires à Jérusalem, & il paroît qu'on les avoit reçus des Babyloniens, à qui Hérodote en attribue l'invention. Les Chaldéens prétendoient avoir des observations ou annales de 470 mille ans ; mais Diogène-Laërce réduit ce nombre à 48,863 ans avant Alexandre. Ciceron regardoit ces prétentions d'ancienneté comme une folie ou une imposture. On croit communément que les anciens avoit compté leurs mois pour des années.

La plus ancienne observation est une éclipse de lune, faite à Babylone 720 ans avant J. C. Ptolomée, dans son Almageste, le plus ancien ouvrage d'astronomie que nous ayons, l'emploie

Tout ce qui a précédé cette observation n'est qu'un commencement grossier de connoissance astronomique, qui se réduit à l'observation du zodiaque, des temps du lever & du coucher héliaque des constellations, & autour des phases de la lune.

Parmi les Chaldéens, Jupiter Bélus passoit pour avoir été le principal inventeur de l'astronomie, en même-temps qu'il avoit été le fondateur de Babylone. L'époque de Bélus est placée à l'an 1320 avant J. C. Le temple de Jupiter Bélus, que Sémiramis avoit fait bâtir à Babylone, renfermoit une tour immense qui, suivant Hérodote, avoit une stade de hauteur (environ 100 toises), & autant de largeur, bâtie avec des briques & de l'asphalte, au-dessus de laquelle il y avoit encore sept grandes tours les unes sur les autres; elles subsistoient même du temps d'Hérodote, 440 ans avant J. C. Il est donc vrai que plus de 800 ans avant l'ère chrétienne, les Babyloniens examinoient attentivement les mouvemens célestes. Mais leur astronomie se réduisoit alors presqu'à l'invention du zodiaque, & à la division du ciel en constellations. Selon Sextus Empiricus, auteur du second siècle, les premiers Chaldéens se servirent de la méthode suivante, pour diviser le zodiaque. Ayant remarqué une des plus brillantes étoiles du zodiaque, ils remplirent d'eau un grand vase percé d'une petite ouverture; du moment où l'étoile se levoit, ils laissèrent couler l'eau dans un autre vase jusqu'au lendemain au lever de la même étoile. Partageant ensuite cette eau en douze portions égales, ils remarquèrent le temps qu'il falloit à chacune pour s'écouler, & observèrent les étoiles qui se levoient à chaque douzième.

Les Chaldéens, selon quelques auteurs, étoient parvenus à connoître à-peu-près la grandeur de la terre; ils avoient une idée du mouvement des comètes, qu'ils regardoient comme des planètes, dont la révolution se faisoit dans des orbites très-excentriques; &, suivant Appollonius le Mindien, ils en prédisoient les retours. Hérodote dit expressément que les Grecs avoient appris des Babyloniens l'usage du pôle, du gnomon & de la division du jour en douze parties. Phérécide, vers l'an 540, fit un cadran solaire dans l'île de Scyros, l'une des Cyclades; mais Anaximandre, mort 547 ans avant J. C., en avoit fait un à Lacédémone, & l'horloge d'Achaz paroît devoir faire remonter cette découverte jusqu'à l'an 727 au moins; & il ne seroit pas étonnant qu'elle eût passé des Babyloniens aux Syriens, & de Damas à la Judée.

Astronomie des Egyptiens. Les Egyptiens s'attribuoient hautement l'invention de l'astronomie; ils sont cités conjointement avec les Chaldéens par le plus grand nombre des auteurs Grecs; mais on peut leur contester cette gloire à cause des observations anciennes que Ptolomée & Hipparque trouvèrent à Babylone, & qu'ils ne trouvèrent point en Egypte. Selon Lucien, c'est des Ethiopiens que les Egyptiens leurs voisins, reçurent les premières connoissances en astronomie. Les Egyptiens se vantoient d'avoir envoyé des colonies par toute la terre; selon eux, Bélus en avoit conduit une dans la Babylonie; il y avoit institué les prêtres nommés Chaldéens, qui s'adonnèrent à l'étude des astres. Suivant Hérodote, les Egyptiens faisoient remonter leurs annales à 11340 ans; mais on ne sait pas quelles espèces d'années.

Diogène-Laërce attribue beaucoup de connoissances aux Egyptiens; mais il paroît que ce n'est environ qu'à l'an 400 avant J. C. qu'il faut rapporter ce qu'il en dit sur les éclipses & sur l'inégalité du mouvement des planètes. On a cru que les Egyptiens prédisoient les éclipses, & que d'après eux, Thalès prédit celle qui termina la guerre des Lydiens & des Mèdes. On rapporte encore aux Egyptiens les premières idées du mouvement de la terre ou du systême de Copernic, dont Philolaüs & Aristarque parlèrent ensuite dans la Grèce. Ils eurent la première idée de la pluralité des mondes; Orphée la répandit parmi les Grecs. Orphée & Pythagore avoient été en Egypte. Le lever & le coucher des étoiles en divers temps de l'année, fut un des premiers objets de l'attention des Egyptiens, qui en dressèrent des tables. C'est encore une chose remarquable & digne de l'exactitude astronomique des Egyptiens, que la situation des pyramides d'Egypte. M. de Chazelles a remarqué que les pyramides qui subsistoient encore, étoient orientées de manière que leurs quatre côtés regardoient précisément les quatre parties du monde; mais au temps d'Auguste & de Strabon, qui voyagea en Egypte, on ne trouvoit presque plus de vestiges de l'astronomie parmi les prêtres de cette contrée.

De l'astronomie des Phéniciens. Homère, Pline & plusieurs autres anciens parlent des Phéniciens, comme ayant été très-savans dans l'astronomie & la navigation; ces peuples étoient une colonie des Edomites, & ils ont probablement appris des Babyloniens & des Egyptiens, tout ce qu'ils savoient d'astronomie. On ne peut guère leur attribuer autre chose que l'usage de l'observation des étoiles boréales pour le progrès de la navigation, sur-tout de celle de la grande & de la petite ourse, & de l'étoile polaire.

L'usage de naviguer, par le moyen des étoiles, a eu aussi lieu parmi les Grecs, vers le temps du siége de Troie; Homère, en parlant de la navigation d'Ulysse, le représente comme observant les pléïades, le bouvier, orion, l'ourse. C'est la connoissance des étoiles circompolaires qui rendit les navigations des Grecs plus hardies & plus heureuses. Avant que Thalès de Milet, instruit à l'école des Phéniciens, eût communiqué aux Grecs, environ 600 ans avant J. C., l'usage des étoiles boréales, ceux-ci n'avoient qu'un commerce borné, & une navigation timide & sans s'écarter des côtes. Com-

bien, dit Pluche dans le ſpectacle de la nature, tome IV, page 335, ne fallut-il pas de délibérations & de préparatifs aux héros de la Grèce, pour traverſer la mer Egée? Quel bruit ne fit pas, avant le ſiége de Troye, l'expédition des Argonautes, c'eſt-à-dire, le trajet de la propontide, (aujourd'hui la mer de Marmara, entre le détroit des Dardanelles & celui de Conſtantinople) & du pont Euxin (actuellement la mer noire): on regarda ce voyage comme un exploit merveilleux, dont la hardieſſe étonna les dieux mêmes: auſſi plaça-t-on dans le ciel ce vaiſſeau qui avoit pu paſſer d'Iolchos à l'embouchure du phaſe. Cependant les barques Turques font aujourd'hui ce voyage.

Mais tandis que les Grecs étoient ſi peu inſtruits dans la ſcience des aſtres, les Phéniciens avoient formé, ſur les côtes de Syrie, un état opulent de cette liſière de la Syrie, très-peu étendu en longueur & preſque ſans largeur. On retrouve des veſtiges de leurs colonies, & des noms propres tirés de leur langue, ſur les trois côtes de la Sicile, dans les principales îles de la Méditerranée, le long des côtes de Barbarie, en Eſpagne, & ſur-tout dans la Bettique, ou Andalouſie. Dans la ſuite, ces hardis navigateurs paſſèrent le détroit de Gibraltar, & allèrent juſqu'à Gadir (Cadix). D'un autre côté, ils établirent leur commerce ſur les côtes d'Afrique & d'Aſie, par le golfe arabique, ou mer rouge. Ce furent les pilotes d'Hiram, roi de Tyr, continue Pluche, qui, environ mille ans avant J. C., & lorſque les Grecs étoient encore novices dans la navigation, l'enſeignèrent avec ſuccès aux Hébreux, & ſervirent de guides aux flottes que Salomon avoit établies dans les ports d'Élaks & d'Eſiongaber, ſur la mer rouge. Les Hébreux & les Tyriens alloient enſemble en Ophir, (aujourd'hui la côte de Sofala); ils allèrent enſuite à Tarcis en Eſpagne; mais ils employèrent trois ans à faire ce voyage; car on ſait qu'ils firent le tour de l'Afrique, vers l'an 160 avant J. C., par ordre du roi d'Égypte, & doublèrent le cap de Bonne-Eſpérance, qui fut enſuite oublié pendant 2000 ans.

Aſtronomie des Grecs. L'aſtronomie chez les Grecs fut peu de choſe; & c'eſt aux étrangers qu'ils durent leurs premières connoiſſances. Thalès de Milet, que pluſieurs auteurs ont dit être phénicien, parut dans un temps où les Grecs n'avoient encore aucune aſtronomie planétaire, environ 600 ans avant J. C. il détermina la courſe du ſoleil d'un ſolſtice à l'autre, qui régla la diviſion de l'année. Thalès fut le premier qui apprit aux Grecs la cauſe des éclipſes; il connoiſſoit la rondeur de la terre, & diſtinguoit les zones de notre globe par le moyen des tropiques & des cercles pôlaires; il parloit du cercle oblique ou zodiaque, du méridien & de la grandeur du diamètre apparent du ſoleil. Hérodote & Pline aſſurent que Thalès avoit prédit aux Ioniens une éclipſe totale du ſoleil, qui arriva pendant la guerre des Lydiens & des Medes, probablement par la période générale de 18 ans & 11 jours, dont il avoit eu ſans doute connoiſſance par les Egyptiens, chez qui il avoit voyagé.

Les Grecs ne connoiſſoient pas encore le mouvemens des cinq planètes, lorſqu'Eudoxe en rapporta d'Egypte la première connoiſſance, 380 ans avant J. C. Anaximandre qui fut un des plus grands philoſophes de l'école d'Ionie, que la célébrité de Thalès avoit formé, naquit 610 ans avant J. C.; Diogène-Laërce nous apprend qu'il établit à Lacédémone un cadran ſolaire & un gnomon, dont l'ombre ſervoit à marquer les équinoxes & les ſolſtices; il fit le premier la deſcription de la terre & de la mer, & des cartes géographiques, de même qu'une ſphère artificielle. Il meſura avec plus de ſoins qu'on ne l'avoit encore fait, l'obliquité du zodiaque. Il apprit à rapporter les aſtres ſur l'écliptique, au lieu de les rapporter ſur l'équateur; il enſeigna le mouvement de la terre autour du centre du monde, & de plus, que le ſoleil n'étoit pas moindre que la terre; il ſoutint l'infinité des mondes ou ſimultanés ou ſucceſſifs. Après Anaximandre, Anaximènes & enſuite Anaxagore, diſciple de ce dernier, ſe diſtinguèrent par leurs connoiſſances pour l'aſtronomie. Anaxagore qui enſeignoit la philoſophie à Athènes, vers l'an 480 avant J. C., prédit auſſi la grande éclipſe de ſoleil dont parle Thucidide, arrivée la première année de la guerre du Peloponèſe, l'an 431; mais il ne put le faire que par le moyen de la période de 18 ans 11 jours 7 heures 42 minutes 15 ſecondes.

Un des Grecs les plus célèbres dans l'aſtronomie, fut Pythagore, qui naquit environ 540 ans avant JéſusChriſt; on croit qu'il fut le premier qui parla de l'obliquité de l'écliptique & de ſon angle avec l'équateur; il plaça le ſoleil au centre du ſyſtême planétaire, & fit tourner la terre & les autres planètes autour de lui; il enſeignoit auſſi que chaque étoile étoit le centre d'un ſyſtême. Démocrite qui ſuccéda à Anaxagore, naquit vers l'an 470 avant Jéſus-Chriſt; il ſoutint qu'il y avoit des montagnes dans la lune comme ſur la terre; que la voie lactée étoit un amas immenſe d'étoiles; qu'il devoit y avoir une infinité de mondes dans un eſpace infini. Philolaüs de Crotone, diſciple de Pythagore & d'Archytas de Tarente, établit le mouvement de la terre d'une manière plus préciſe qu'aucun autre pythagoricien; il vivoit 450 ans avant J. C. Nicétas de Syracuſe ſoutint ſpécialement la rotation diurne de la terre autour de ſon axe, qu'admit auſſi Ariſtarque de Samos. On compte, ſur-tout parmi les aſtronomes pythagoriciens, Eudoxe de Gnide, ami de Platon, né en 421 avant J. C. & mort l'an 368. Sénèque dit qu'Eudoxe rapporta le premier de l'Egypte la connoiſſance des mouvemens

mouvemens planétaires. Mais ces différentes connoissances firent peu de progrès dans la Grèce, 400 ans avant J. C., car Hérodote se moquoit à cette époque de ceux qui donnoient à la terre & à l'océan une figure ronde. Jusqu'alors l'astronomie avoit fait des progrès si lents; on doit principalement l'attribuer à la difficulté des calculs; car les opérations arithmétiques ne s'exécutoient que par le moyen de petites pierres qu'on arrangeoit sur une table, ou de nœuds que l'on faisoit à une corde.

Pythéus vécut au siécle d'Alexandre le grand; son observation du solstice d'été, à Marseille, le rendit célèbre. Il trouva, suivant Hipparque, cité par Strabon, que la hauteur du gnomon étoit à la longueur de l'ombre comme 600 à 209. Aristote n'a presque fait faire aucun pas à l'astronomie.

Révolution arrivée dans l'astronomie 300 ans avant J. C. Ptolémée Philadelphe qui succéda à Ptolémée fils de Lagus, vers l'an 283 avant J. C., prince instruit dans tout genre de sciences; attira dans sa capitale des savans, tant de la Grèce que d'ailleurs; il les logea dans son palais, & leur fournit tous les moyens propres à travailler avec succès dans les sciences. Le *Museum* ou collége d'Alexandrie est célèbre dans Strabon. L'émulation qui s'éleva pour lors en Egypte, duroit encore au temps de l'invasion des Sarrasins, l'an 634 de J. C. C'est sous le règne de Ptolémée Philadelphe qu'il faut placer l'époque où commence la véritable astronomie, puisque c'est alors qu'on se livra à des suites de recherches, d'observations, de combinaisons & de calcul. Les premiers Grecs qui cultivèrent l'astronomie à Alexandrie furent TIMOCHARÈS & ARISTILLE. Hipparque a employé plusieurs de leurs observations. Aratus, célèbre par son poëme Grec *des phénomènes*, vivoit à-peu-près 270 ans avant J.-C. à la cour d'Antigone Gonatas, roi de Macédoine. Dans cet ouvrage, il décrit les figures des constellations, leurs situations dans la sphère, le lever & le coucher des étoiles, d'après les livres d'Eudoxe, &c.

Aristarque de Samos, qui vivoit environ 264 ans avant J. C., est cité par Archimède & par Stobée, comme un des premiers défenseurs du sentiment de Philolaüs, sur le mouvement de la terre. Ptolomée rapporte une observation du solstice, faite par lui. Nous n'avons qu'un livre de lui sur les distances & les grandeurs du soleil & de la lune, conservé par Papus; il fut un des premiers qui appliquèrent la géométrie à l'astronomie. Eratosthène, né à Cyrène, 276 ans avant J. C., fut appelé d'Athènes à Alexandrie par Ptolomée Evergète, & il engagea celui-ci à faire élever dans le portique d'Alexandrie, une armille de bronze ou grand cercle évidé, propre à observer les passages du soleil dans l'équateur. Ce fut Eratosthène qui fit aussi les premières observations pour la mesure de la terre. Hipparque parut enfin à Alexandrie vers l'an 160 avant J. C. Il naquit à Nicée en Bithynie, & fit des observations à l'île de Rhodes, & fut le plus intelligent & le plus laborieux astronome dont on nous ait conservé la mémoire; la véritable astronomie ne commence même qu'à lui. Hipparque rassembla les anciennes observations, & fit un recueil des éclipses de soleil & de lune, observées par les Chaldéens. Ptolomée paroît y avoir puisé tout ce qui est rapporté dans son almageste sur les anciennes éclipses. Hipparque observa le premier que les orbes des planètes étoient excentriques & leurs mouvemens inégaux. Non-seulement il reconnut l'inégalité de la lune appelée équation de l'orbite, suivant laquelle cette planète va plus vîte dans son périgée, & plus lentement dans son apogée, mais il trouva encore le mouvement des nœuds de la lune. Il forma des hypothèses & des tables qui représentoient les mouvemens du soleil & de la lune. Il forma aussi un catalogue général des étoiles fixes, qui a été heureusement conservé dans l'almageste de Ptolomée. On y trouve les longitudes de 1022 étoiles, avec leur grandeur apparente. Il découvrit le mouvement propre des étoiles qui paroissoient avancer lentement d'occident en orient, par rapport aux points équinoxiaux; c'est ce que l'on appelle précession des équinoxes; il corrigea la longueur de l'année, réputée alors de 365 jours $1\frac{1}{4}$, & en retrancha 4 minutes 48 secondes.

Possidonius, astronome grec & stoïcien, jouissoit de la plus grande réputation environ 80 ans avant J. C.; il étoit d'Apanée en Syrie; il fit des observations à Rhodes. Geminus écrivit vers l'an 76 avant J. C. le premier livre qui nous soit parvenu sur les élémens d'astronomie. Cléomèdes écrivit vers le commencement de l'ère chrétienne un ouvrage grec, intitulé, *Cyclico-Theoria*, où il traite de la sphère, des périodes des planètes, de leurs distances, de leurs grandeurs, de leurs éclipses.

Ptolomée est le seul de tous les anciens astronomes dont il nous soit resté un ouvrage important; il naquit à Peluse en Egypte. Cet astronome parle d'une éclipse de lune qu'il avoit observée la neuvième année d'Adrien, l'an 125 de J. C.; & il nous apprend ailleurs qu'il avoit fait la plupart de ses observations sur les étoiles fixes, la seconde année du règne d'Antonin le Pieux, l'an 139 de J. C. Son grand ouvrage est l'Almageste, *magna constructio*, qui est divisé en 13 livres. Il a encore composé les *Apparences*, le *Liber Quadripartitus*, &c. &c. Les astronomes sont persuadés que Ptolomée n'étoit point observateur, qu'il a tiré d'Hipparque & des autres qui l'ont précédé, tout ce qu'il y a de bon dans son ouvrage, mais cet ouvrage est le seul qui ait perpétué l'astronomie, depuis Ptolomée jusqu'au temps de Copernic, c'est-à dire, pendant quatorze siècles d'ignorance.

Théon d'Alexandrie a commenté l'Almageste; il observa une éclipse de soleil à Alexandrie, l'an 365. Mais sous Omar, second calife, Alexandrie fut prise, & la fameuse bibliothèque fut brûlée l'an 641 : ce fut là le terme du progrès des sciences en Egypte; car les princes arabes n'eurent d'abord ni le goût ni le loisir de s'en occuper.

Des astronomes Arabes. Depuis l'an 800 jusqu'à l'année 1300, l'Europe étant plongée dans les ténèbres de la plus profonde ignorance, il n'y eut de bons ouvrages & de gens habiles, que parmi les Arabes, & sur-tout à Bagdad, qui est à-peu-près au même endroit que l'ancienne Babylone. Les astronomes les plus habiles que cette nation ait produits, sont, Almanon, Albategnius, Alfragan, Albazen, & Ulug-beg, prince tartare. Le principal ouvrage de ce dernier est son catalogue d'étoiles, dressé à Samarkande, l'an de l'hégyre 841 ou 1437 de J. C.

Astronomie des Chinois. Si les Chinois sont une colonie Egyptienne, ainsi que le pensent plusieurs érudits, c'est des Egyptiens qu'ils ont emprunté toutes leurs connoissances astronomiques : or, ce sentiment est ce qu'il y a de plus probable; car on est fort revenu de la prévention singulière qu'on avoit eue sur l'antiquité des Chinois, de leurs sciences & de leur astronomie. Le règne de Fo-hi, ou la fondation de l'empire chinois, ne remonte, suivant M. Freret, qu'à 2639 ans avant J. C., & l'on ne trouve rien de bien avéré avant le règne de Hang-ti, 2455 avant J. C. ou même avant *Yao*, qui vivoit 2325 ans avant J. C. Dans les premiers siècles de l'histoire de la Chine, & jusqu'à l'an 1122, il n'est fait mention que d'une seule éclipse, encore c'est d'une manière si vague, qu'elle ne peut rien déterminer pour la chronologie. Depuis cette dernière époque, l'an 1122 avant J. C. jusqu'à l'an 721, il n'y a de même qu'une seule éclipse dont il soit parlé; elle arriva le 6 septembre, 776 ans avant J. C. La suite des 36 éclipses, rapportée par Confusius (né 483 ans avant J. C.) dans le *Tchun-Tsieou*, ne commence qu'à l'an 721, & va jusqu'à l'an 480; mais les Chaldéens observoient alors avec assiduité & précision, en sorte qu'on seroit tenté de croire que les Chinois avoient emprunté des Chaldéens les observations dont ils ont enrichi leur histoire : on y trouve d'ailleurs de fausses éclipses. On voit seulement que 2000 ans avant J. C. les Chinois ont connu l'année de 365 jours $\frac{1}{4}$. L'astronomie fut très-négligée chez eux vers l'an 480 avant J. C. On ne se mettoit plus en peine d'observer les éclipses. L'empereur *Tsin chi-hoand*, vers l'an 246 avant J. C., fit brûler les livres d'histoire, les livres classiques & ceux d'astronomie. L'an 66 avant J. C., *Lieou-hin* écrivit un cours entier d'astronomie; il supposoit l'obliquité de l'écliptique de 23 degrés 39 minutes 18 secondes; il ignoroit le mouvement propre des étoiles aussi bien que toutes les équations ou inégalités de la lune, du soleil & des planètes; il rapportoit à l'équateur les situations de tous les astres; d'où il résulte que l'astronomie étoit moins avancée à la Chine qu'à Alexandrie, où Hipparque venoit de découvrir la précession des équinoxes.

Lieou-hong & *Tsay-yong*, en 206, parlèrent les premiers des inégalités de la lune, qu'ils faisoient de 5 degrés chinois. En 284, *Kiang-ki* donna une méthode pour le calcul des éclipses, & détermina le mouvement des nœuds de la lune. En 550, *Tchang-tse-sin* donna des règles pour calculer la parallaxe de la lune, & trouver le commencement & la fin d'une éclipse; il dressa des tables pour calculer les lieux des planètes. En 822, *Su-gang* expliqua la parallaxe de longitude. En 1022, l'empereur *Gin-tsong* fit des dépenses considérables pour des instrumens. *Co-cheou-king* fit construire à Pekin un gnomon de 40 pieds de hauteur, dont il mesura l'ombre en divers temps de l'année, sur-tout en 1278 & 1279. L'empereur *Houpilié*, mort en 1294, fit composer une astronomie, où l'on trouve beaucoup d'observations. Malgré les efforts de *Hong-vou*, en 1385, & de ses successeurs, l'astronomie ne fit plus que décheoir, jusqu'en 1573, que Hing-yun-lou, astronome, s'appliqua à perfectionner cette science. C'est vers ce temps là, que les missionnaires-jésuites (dans le septième siècle, d'autres missionnaires y étoient venus) portèrent dans la Chine le goût des sciences européennes, & sur-tout les plus belles connoissances de l'astronomie, qui plûrent beaucoup aux Chinois.

Etat de l'astronomie en Europe depuis 1230. Vers ce temps, l'empereur Frédéric II se déclara le protecteur des lettres, & fit traduire l'*Almageste de Ptolomée*, qui forma la première époque du renouvellement de l'astronomie en Europe. Vers le milieu du treizième siècle, Sacro-Bosco acquit de la célébrité par son ouvrage d'astronomie sphérique & théorique, composé d'après les ouvrages de Ptolomée & des Arabes, sur-tout d'Alfragan. Cet ouvrage mit presque à la mode l'astronomie, & pendant 300 ans, on n'en connut point d'autre dans les écoles. Il mourut à Paris en 1256.

C'est à Alphonse X, roi de Castille, qu'on doit la correction des tables de Ptolomée. Les travaux des astronomes chrétiens, maures ou juifs, qu'il attira à Tolède, procurèrent enfin les *tables Alphonsines* l'an 1252. *Vitellio* écrivit, l'an 1270, dix livres sur l'optique & les réfractions, à l'exemple d'Alhazen; Kepler y a fait un supplément. Purbach, né en 1423, construisit plusieurs globes & autres instrumens d'astronomie, rassembla & dressa plusieurs tables du premier mobile; composa des tables de Sinus de dix en dix minutes, sur un rayon de 6000000 de parties, que Regio Montanus donna ensuite de minute en minute; il réforma les tables

des planètes, &c. Regio Montanus, né en 1436, disciple de Purbach, fit plusieurs observations, & construisit, avec Walther, plusieurs instrumens; il composa de bonnes éphémérides, qui furent reçues avec un empressement extraordinaire de toutes les nations.

Copernic, né à Thorn, dans la Prusse royale, le 19 janvier 1472, eut de bonne heure le goût de l'astronomie; il professa les mathématiques à Rome, & y fit quelques observations vers l'an 1500. Il voulut connoître & étudier les livres de tous les anciens astronomes, pour choisir entre leurs systêmes; & bientôt en imagina un plus conforme aux observations, en plaçant le soleil au centre, & donnant à la terre un mouvement diurne de rotation sur son axe, & un mouvement annuel autour du soleil: tous les phénomènes, dans cette hypothèse, rentrèrent alors dans l'ordre le plus simple. Par le moyen de nouveaux instrumens & par beaucoup d'observations, il parvint à construire de nouvelles tables des planètes, & finit, vers l'an 1530, son grand ouvrage *de Revolutionibus orbium Celestium*, qu'il ne publia cependant que 13 ans après. Ce n'est qu'avec peine qu'il se détermina à faire imprimer son ouvrage sur le systême du monde; l'édition en fut achevée par les soins de Rheticus, à Nuremberg, le 24 mai 1543; mais peu de jours après avoir reçu le premier exemplaire de cet immortel ouvrage, Copernic mourut d'un flux de sang.

Wermer, né à Nuremberg en 1468, observa la comète de 1500, composa plusieurs ouvrages, fit voir, par des observations faites en 1514, que la précession des équinoxes, en 100 ans, étoit de 1 degré 10 minutes, & non pas 1 degré seulement. *Schoner*, né en 1477, fit des observations astronomiques. Stœffler, Appian, Reinhold, Oroncé Finé, Gemma Frisius, Fernel, Cardan, furent connus successivement par des travaux relatifs à l'astronomie. Dantes, dominicain, né à Perouse en Italie; il fit, en 1576, une meridienne à Saint-Pétrone de Bologne. Guillaume IV, Landgrave de Hesse, né en 1532, occupe un rang distingué parmi les restaurateurs de l'astronomie; il fit bâtir à Cassel un observatoire, où il rassembla toutes les espèces d'instrumens, connues de son temps; ses observations sont les meilleures qui aient été faites avant Tycho avec qui il fut en correspondance.

Thycho-Brahé, le plus grand observateur qu'il y ait eu, fut le premier qui, par l'exactitude & le nombre de ses observations, donna lieu au renouvellement de l'astronomie. Toutes les théories, les tables & les découvertes de Kepler, sont fondé sur ses observations, & leur nom à la suite d'Hiparque & de Copernic, doivent aller à l'immortalité. Tycho naquit le 13 décembre 1546, à Knudsturp, en Scanje, & eut de bonne heure le goût de l'astronomie, reconnut bientôt que les tables d'Alphonse & Copernic s'écartoient souvent beaucoup de l'observation. Il observa à Leipsick, à Wirtembe.g, à Ausbourg, & dans sa patrie. Frédéric I lui donna ensuite l'île d'*Huenne*, située vis-à-vis Copenhague, y fit construire le château d'*Uranibourg*, & le meubla des instrumens d'astronomie les plus grands & les plus parfaits, au nombre de 28. Tycho, par ces puissans secours, & aidé de plusieurs observateurs qu'il avoit formés, dans l'espace de 15 ans, vint à bout d'établir les fondemens de toute l'astronomie. Il détermina les lieux de 777 étoiles fixes, chacune par plusieurs observations: le soleil, les planètes, les comètes, les parallaxes, les diamètres, les réfractions, tout fut constaté d'une manière aussi exacte que nouvelle. Il fut le premier qui tint compte des réfractions dans ses calculs. Tant de gloire & de mérite lui firent des envieux, après la mort du roi, on fit révoquer les pensions dont il jouissoit; on le força de quitter l'île d'*Huenne*; on ne lui permit pas d'observer même à Copenhague, & il fut obligé d'abandonner pour toujours son ingrate patrie en 1597. L'empereur Rudolphe II l'attira ensuite après de lui, & lui donna un observatoire, où Kepler & deux autres astronomes, qui l'avoient suivi, le secondèrent. Il reprenoit ses travaux avec une vigueur nouvelle, lorsqu'il fut enlevé par une maladie aiguë, le 24 octobre 1601, à l'âge de 55 ans.

Kepler est aussi célèbre dans l'astronomie par les conséquences qu'il tira des observations de Tycho, que celui-ci par les matériaux immenses qu'il lui avoit préparés. Il naquit le 27 décembre 1571 à Wiel, dans le duché de Wirtemberg. Il composa, en 1595, le livre intitulée *Misterium Cosmographicum*, qui excita l'admiration des connoisseurs; il composa ensuite son fameux ouvrage de *Stella Martis*, où il démontra la figure elliptique des planètes. En 1626, il alla faire imprimer à Ulm ses tables Rudolphines, ouvrage qui fait époque dans l'astronomie, & fut le fondement de tous les calculs astronomiques pendant un siècle. Il mourut le 15 novembre 1631, à l'âge de 59 ans.

Neper, l'inventeur des Logarithmes; Lansberg, auteurs des tables astronomiques; Briggs, qui calcula de grandes tables de Logarithmes; de Peyrèse, Horroccius; Galilée, qui découvrit les satellites de jupiter, les lois de l'accélération & la libration de la lune; Longomentanus; Descartes; Petau, le plus habile chronologiste qu'il y ait eu, & le plus grand calculateur en matière d'astronomie ancienne; Gassendi, Tacquel, Auzout, inventeur du micromètre à curseur ou à fil mobile, & qui partage avec M. Picard le mérite d'avoir su appliquer les lunettes au quart de cercle; Campani qui observoit à Rome, & travailla d'excellens verres de lunettes dès l'an 1664; Pierre & Alphonse Borelli; Mouton, astronome de Lyon, célèbre par de bonnes observations; Riccioli & Grimaldi;

Mercator, & plusieurs autres sont connus par leurs travaux. Helvétius, né en 1611 à Dantzick, observa beaucoup, fit une description exacte de la figure de la lune avec toute ses phases; donna, en 1668, sa Cométographie & plusieurs autres ouvrages Il mourut le 28 janvier 1687, à l'âge de 96 ans. A sa mort l'Europe étoit remplie de savans, & toutes les nations se disputoient la gloire de découvrir & de perfectionner.

Dernière époque du renouvellement de l'astronomie, par l'établissement des académies. Le goût des assemblées littéraires fut le germe des académies; & la plus ancienne de toutes les académies de l'Europe fut celle des jeux floraux de Toulouse, établie en 1323. Il y eut, en 1638, des assemblées de savans, formées par le père *Mersenne*, & continuées chez Montmort & Thévenot; ces savans étoient Gassendi, Descartes, Fermat, Desargues, Roberval, Bouillaud, Frenicle, Auzout, Blondel, Pascal. Ces assemblées semblent avoir été l'origine de l'académie des sciences de Paris, qui fut formée le 22 décembre 1666. Les découvertes essentielles qui ont été faites par plusieurs membres de cette compagnie, sont les satellites de saturne, la grandeur & la figure de la terre, l'application du pendule aux horloges, celles des lunettes au quart de cercle, faite en 1668, & celle des micromètres aux lunettes.

La société royale de Londres fut également formée par des assemblées de savans réunis à Oxfort & à Londres; les plus célèbres étoient, Boyle, Ward, Wallis, Wilkins, Petty, Wallis, Goddard, Wren. Elles prirent, en 1660, une forme plus stable; mais le recueil des mémoires de cette société ne commença qu'en 1665, à l'exemple du Journal des Savans, qui parut le 5 janvier 1665 à Paris, & dont l'auteur étoit M. de Sallo.

Laurent Rook observa les immersions & émersions des satellites de jupiter. Huyghens, de Zuylichem, en Hollande, naquit en 1619, & s'acquit d'abord de la célébrité par son *Systema saturnium* en 1659, où il expliqua les apparences singulières de l'ANNEAU DE SATURNE sur lesquelles Galliée & Helvétius s'étoient totalement abusés. Il découvrit, en 1655, le 4e satellite de saturne, avec une lunette de 12 pieds. L'application du pendule aux horloges, pour en régler le mouvement d'une manière parfaitement uniforme, fut détaillée par Huyghens, en 1673, dans son *Horologium oscillatorium*, annoncé dès 1658; il détermina, dans cet ouvrage, les centres d'oscillation & les durées des vibrations des pendules dans la Cycloïde; belle idée, mais à présent reconnue inutile dans la pratique. En 1684, il quitta la France, & mourut en Hollande le 8 juillet 1695.

Sedilleau travailla à l'observatoire royal de Paris, depuis 1682 jusqu'en 1693 qu'il mourut. Richer fut envoyé à Cayenne en 1671, par l'académie des sciences, pour y faire des observations. Bouillaud, Hooke, Grégori, Whiston de Chazelles, Feuillée, cultivèrent, avec succès, l'astronomie.

Jean-Dominique Cassini, né à Périnaldo, dans le comté de Nice, le 8 juin 1625, fut un de ces hommes rares qui semblent formés par la nature pour donner aux sciences une nouvelle face. En 1661, il s'occupa du calcul des éclipses de soleil; & imagina une méthode de projection qui sert à trouver les longitudes des pays où une éclipse a été observée. Il observa les comètes de 1664 & de 1665, sur lesquelles il composa des ouvrages; & en 1665, la rotation de jupiter & celle de mars par le moyen de leurs taches. Il s'occupa ensuite de la théorie des satellites de jupiter. Il fut appelé en France par Louis XIV, en 1669. Ce fut à l'observatoire de Paris qu'il commença, au mois de septembre 1671, avec des instrumens choisis, une suite d'équinoxes, de solstices, d'oppositions & de conjonctions de planètes, observées sans interruption. En 1672, il détermina la parallaxe; il observa ensuite la comète de 1680; découvrit la lumière zodiacale en 1683, & quatre des satellites de saturne en 1684, &c.

M. Picard, né à la Flèche en Anjou, fut l'un des plus célèbres astronomes de l'académie des sciences de Paris, dans son établissement. En 1669 il entreprit la mesure de la terre: en 1671 il fut envoyé à Urambourg, pour déterminer la longitude & la latitude de ce lieu célèbre où Tycho-Brahé observa si long-temps dans l'isle d'Huenne. Il passe pour avoir imaginé avec Auzout, l'application des lunettes aux quart de cercle, &c.

Keirch, Roëmer qui découvrit la propagation successive de la lumière en 1675; de la Hire, Keill, Flamsteed à qui doit un nombre prodigieux d'observations faites pendant 33 ans, avec un catalogue fameux de près de trois mille étoiles, entra en 1676 en possession de l'observatoire royal de Greenwich; Bianchini, Maraldi, de Louville, Lieutaud, Desplaces, Manfredi de l'Isle, sont des noms très-connus dans l'histoire de l'astronomie.

Halley, né en 1656, & successeur de Flamsteed, publia, en 1679, un catalogue des étoiles australes; observa le passage de mercure sur le soleil, en 1677; visita les astronomes des divers pays; donna en 1683 une théorie sur les variations de la boussole, dans laquelle il détermine des lignes courbes sur la surface de la terre, où l'aiguille ne décline point, & auxquelles il assigne un mouvement périodique autour de deux pôles pris sur la surface de la terre: il publia en 1705 le retour des comètes. On a vu en 1759 l'accomplissement de sa première prédiction. Ses tables astronomiques ont paru en 1749, sept ans après sa mort.

Jacques Caſſini, (fils de J. Dominique Caſſini) naquit à Paris en 1677, & mourut en 1756. On a de lui un grand nombre d'obſervations, il a donné pluſieurs mémoires & des élémens d'aſtronomie, il eſt le père de M. Caſſini de Thuſi dont le fils eſt actuellement directeur de l'obſervatoire royal de Paris.

M. Bouguer a donné un traité de la figure de la terre, & pluſieurs mémoires très-curieux qui l'ont mis au rang des plus grands aſtronomes qu'il y ait eu. M. Maupertuis eſt célèbre par le voyage en Laponie, par ſon aſtronomie nautique, par ſon diſcours de la figure des aſtres. M. Godin fit avec M. Bouguer & de la Condamine, un voyage au Pérou pour la figure de la terre. M. Mayer s'eſt rendu célèbre par les meilleures tables de la lune que l'on ait faites.

L'abbé de la Caille, né à Rumigny, près de Laon, le 15 mars 1713, a été le plus laborieux de tous les aſtronomes de ce ſiècle-ci, & le plus utile à l'aſtronomie. Ses éphémérides, ſes tables du ſoleil, ſes catalogues d'étoiles, ſes travaux ſur la parallaxe, les réfractions & la figure de la terre en France & au Cap, ſur les comètes, ſur les éclipſes, &c. ſont tels, dit M. de Lalande, (dans ſa grande aſtronomie en 4 vol. in-4°. dont nous abrégeons tout ce qui eſt dans cet article ſur l'hiſtoire de l'aſtronomie) qu'il me paroît avoir fait lui ſeul plus d'obſervations & de calculs, que tous les aſtronomes de l'Europe qui ont vécu de ſon temps, pris enſemble. Cet homme unique eſt mort à Paris le 21 mars 1762.

Bradley eſt célèbre par la découverte de la cauſe de l'aberration & de la nutation. Il eſt mort le 13 juillet 1762, à l'age de 70 ans. Joſeph-Nicolas de l'Iſle, né à Paris le 4 avril 1688, eſt mort le 11 ſeptembre 1768, à l'age de 80 ans. Perſonne n'a plus travaillé que lui ſur l'hiſtoire de l'aſtronomie, n'a plus contribué à ſes progrès par ſes recherches & ſa correſpondance, par les obſervations qu'il a faites, & par les élèves qu'il a formés.

ASTRONOMIQUE. On entend par ce mot tout ce qui eſt relatif à la ſcience de l'aſtronomie. Ainſi on dit, *obſervations aſtronomiques*, &c. &c.

ASTRONOMIQUE. (*anneau*) (*Voyez* ANNEAU ASTRONOMIQUE.)

ASTRONOMIQUE. (*calendrier*) (*Voyez* CALENDRIER.)

ASTRONOMIQUE. (*année*) (*Voyez* ANNÉE SOLAIRE.)

ASTRONOMIQUE. (*heure*) (*Voyez* HEURE.)

ASTRONOMIQUE. (*jour*) (*Voyez* JOUR ASTRONOMIQUE.)

ASTRONOMIQUE. (*lieu*) Le *lieu aſtronomique* d'une étoile & d'une planète, c'eſt ſa longitude ou le point de l'écliptique auquel elle repond, en comptant depuis la ſection du bélier, & ſuivant l'ordre naturel des ſignes.

ASTRONOMIQUE. (*mois*) (*Voyez* MOIS ASTRONOM..)

ASTRONOMIQUE. (*réfraction*) (*Voyez* RÉFRACTION ASTRONOMIQUE.)

ASTRONOMIQUE. (*téleſcope*) (*Voyez* TÉLESCOPE ASTRONOMIQUE.)

ASTRONOMIQUES. (*tables*) (*Voyez* TABLES ASTRONOMIQUES.)

ASTRONOMIQUE. *Théologie aſtronomique*; c'eſt le titre d'un ouvrage de M. Derrham, dans lequel cet auteur s'eſt propoſé de démontrer l'exiſtence de Dieu par les phénomènes des corps céleſtes, &c.

ATMIDOMÈTRE. C'eſt un inſtrument qui ſert à meſurer l'évaporation. Il doit être compoſé à-peu-près des mêmes pièces que le *pluviomètre*, mais différemment diſpoſées. *Voyez pluviomètrographe*, & la *figure* 24. L'*atmidomètre* doit avoir un vaiſſeau de cuivre ou de fer blanc verniſſé en dehors & en dedans, comme celui qui eſt dépeint dans la *fig.* 24. La pièce flottante B, qui eſt creuſe & de cuivre, porte trois fils de métal, comme celui de la tige C B; ils paſſent à travers du couvercle en forme d'entonnoir, & ſupportent un vaiſſeau de métal qui eſt expoſé librement à l'action de l'air, mais bien garanti de la pluie par une eſpèce de toît, qui empêche l'eau de tomber au-dedans.

Il eſt évident que toute l'évaporation dans ce dernier vaiſſeau, fera hauſſer la pièce B dans l'autre vaiſſeau, ſans que celui-ci ait aucune évaporation ſenſible, étant couvert par la pièce en forme d'entonnoir, & à l'abri de l'action de l'air, & même de celle de la chaleur. Ainſi, tous les changemens en hauteur, montrés par un crayon attaché au vaiſſeau ſupérieur, (pour en faire un *atmidomètrographe*) doivent être attribués, dit M. Magellan, à l'évaporation ſoufferte dans ce vaiſſeau, qui eſt tout-à-fait expoſé à l'action de l'air.

On peut encore conſulter la deſcription de l'*atmomètre* ou *atmidomètre* inventé par M. Richmann, dans le ſecond volume des nouveaux commentaires de l'académie des ſciences de Petersbourg, pag. 121. Cet inſtrument a l'avantage d'avoir un grand mouvement avec fort peu d'évaporation; parce que le vaiſſeau ſupérieur où l'évaporation eſt exécutée, eſt chargé, en ſorte qu'il reſte enfoncé au milieu de l'eau du vaiſſeau inférieur. Ainſi, la moindre variation cauſée dans ſon poids par l'éva-

poration, le fait monter considérablement dans l'eau. On peut donner le même avantage à l'instrument précédent de M. Magellan.

On donne aussi à l'*atmidomètre* le noms d'*évaporatoire*, Voyez *évaporatoire*. Quelques-uns nomment encore cet instrument *atmédomètre*. Voyez *évaporation*.

ATMÉDOMÈTOGRAPHE. C'est un instrument qui, non-seulement sert à mesurer la quantité d'eau qui s'évapore, mais encore à conserver l'évaporation pendant l'absence de l'observateur. *Voyez* ÉVAPORATOIRE.

ATMOSPHÈRE. Ce mot est consacré pour désigner cette masse de fluide plus ou moins subtil, plus ou moins élastique, qui enveloppe de tous côtés, le soleil, la lune, la terre, ou plutôt les astres, les planètes, & même un grand nombre de corps terrestres; de telle sorte que cette masse de fluide environnante, à cause de son adhérence à la surface du corps qui l'attire, l'accompagne constamment & partage tous ses mouvemens. Sans nous astreindre ici à l'ordre alphabétique, nous examinerons les différentes espèces d'atmosphères dans l'ordre méthodique de leur rapport avec nous. Ainsi, nous commencerons plutôt par l'atmosphères terrestre que par celle de la lune; ensuite nous parcourrons les différentes espèces d'atmosphères des corps terrestes, celle du soleil, & après celles de la lune & des autres planètes.

ATMOSPHÈRE TERRESRE. Par ce nom on doit entendre la masse de fluide élastique, plus ou moins transparent, qui environne constamment le globe de la terre, sans jamais l'abandonner dans aucun de ses mouvemens diurne ou annuel : c'est l'attraction que la terre exerce sur tous corps, qui retient autour d'elle & fixe toutes les molécules dont est formée cette enveloppe fluide, que nous appelons l'*atmosphère terrestre*. Afin de mettre de l'ordre dans cet article, il est à propos d'examiner successivement plusieurs questions qui ont un rapport direct avec cet objet, & de commencer par les connoissances que les premiers physiciens ont eues, en y joignant ensuite celles que les découvertes modernes sur les gaz nous ont procurées.

De la nature, de la constitution & de la formation de l'atmosphère terrestre. L'atmosphère terrestre a d'abord été regardée comme un fluide simple dans son origine & dans sa composition qui, ensuite est devenu un mixte très-composé. En supposant que l'air fût dans le principe des choses, un fluide simple enveloppant la terre, on n'a pu s'empêcher de convenir qu'il n'ait été bientôt mêlé & combiné avec un grand nombre de substances des trois règnes, & avec tous les fluides qui se trouvoient sur le globe terraqué. En effet, la chaleur du soleil se communiquant à la terre, a dû produire dans tous les fluides une très-grande évaporation de ces substances qui, alors ont été nécessairement mêlées avec la masse d'air environnant la terre; il en a été de même de toutes les matières évaporables, contenues dans les substances animales, végétales & minérales; les preuves suivantes ne permettent pas d'en douter.

Lorsque l'air nous paroît le plus pur & le plus sec, il contient néanmoins une masse d'eau considérable. En hiver comme en été, il y a une abondante évaporation d'eau, quoique la quantité de vapeurs qui s'élèvent de l'atmosphère, soit beaucoup plus grande dans la saison des chaleurs que dans celle des frimats, ainsi qu'il conste par les observations faites avec L'ATMIDOMÈTRE, (Voyez ce mot & celui d'évaporation) instrument propre à connoître la quantité d'évaporation qui a lieu en tout temps & en tout lieu, & dont se servent habituellement ceux qui s'occupent aux observations météorologiques. *Voyez* ÉVAPORATION.

Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que la glace même, au sein de l'hiver, est sujette à l'évaporation. M. Gauteron, de l'académie des sciences de Montpellier, ayant fait des expériences sur ce sujet, pendant le grand froid de 1709, observa, non-seulement que l'évaporation est d'autant plus grande, que le froid est plus considérable, mais encore que l'évaporation de la glace, & conséquemment la diminution de son poids, suit la raison de l'intensité du froid. Une once de la glace la plus ferme, dans une heure, diminua de six grains; & depuis huit heures du matin, jusqu'à une heure après midi, elle perdit trente-six grains de son poids; & dans vingt-quatre heures elle perdit environ le quart de son poids; M. de Mairan, en 1716, obtint les mêmes résultats de ses expériences, le temps étant alors aussi froid; & une once de glace perdit en un jour plus de la cinquième partie de son poids.

Mais afin de pouvoir se former à-peu-près une idée de la quantité d'eau qui est en dissolution dans la masse de l'atmosphère, tâchons de découvrir celle des parties aqueuses qui s'élèvent, pendant un jour seulement, dans des espaces connus, qu'on pourra ensuite comparer avec la surface entière de la terre pour en obtenir un résultat total. Prenons, par exemple, la méditerranée; on ne peut guère lui donner moins de quarante-cinq degrés de longitude, & dix de latitude; ce qui fait quatre cent cinquante degrés de surface. Chaque degré étant, selon Muschembroeck, de trente mille, le degré quarré sera de neuf cent mille : ainsi, quatre cent cinquante mille egaleront la surface entière de la méditerranée. D'un autre côté, la quantité moyenne de vapeurs qui s'élèvent chaque jour, étant un dixième de pouce d'eau, un espace de mer, de dix pouces quarrés, fournira par jour, un pouce cubique d'eau. Mais un mille quarré, contenant deux cent vingt-cinq millions de pieds quarrés, ou trente-deux

milliards quatre cents millions de pouces quarrés, donnera chaque jour, par l'évaporation, trois milliards deux cents quarante millions de pouces cubiques, lesquels font un million huit cent soixante-quinze mille pieds cubiques d'eau. Ce dernier résultat, multiplié par le premier quatre cent cinq mille, donnera pour produit, sept cent cinquante-neuf milliards trois cent soixante-quinze millions de pieds cubiques d'eau qui s'exhaleront de la surface entière de la méditerranée, dans l'espace d'un jour; somme prodigieuse. On peut faire de semblables calculs pour les autres mers, pour la mer morte, pour la mer qui est entre les tropiques, & on trouvera des résultats immenses. Ceux qui seront curieux de voir plus de détail sur ce sujet, pourront consulter notre ouvrage de l'*électricité des végétaux*. Part. I. chap. VI.

Quelque grande que soit l'énorme quantité d'eau qui s'évapore de la surface des mers, les lacs, les marais, les fleuves, les rivières, &c., n'en fournissent pas une quantité moindre proportionnellement. Il suffit, pour en être convaincu, de dire que le nombre des fleuves qui ont leur embouchure dans la mer, est considérable, puisqu'on en trouve quatre cent trente dans l'ancien monde, & cent quatre-vingt dans le nouveau; dont plusieurs ont douze, quatorze, seize cents lieues & plus de longueur: le nombre des petits fleuves & des rivières est prodigieux, & par conséquent fournit à l'atmosphère une grande quantité de vapeurs par l'évaporation.

La terre même donne aussi une étonnante quantité de vapeurs; car il résulte des expériences de M. Basin, (*histoire de l'académie royale des sciences*, *1741*) que la terre, humectée tous les jours, fournit plus de vapeurs qu'un vase dans lequel on auroit mis une égale quantité d'eau. D'un autre côté, on ne sauroit douter qu'en général, la surface du globe ne soit constamment humectée, par les pluies, les rosées, les bruines, les brouillards, les vapeurs que l'air tient en dissolution, celles que les vents transportent, les eaux qui coulent au-dessous de la superficie de la terre, &c. &c. D'après cet exposé, il est évident que la quantité d'eau qui s'élève de la surface de la terre, est énorme.

A quelle somme étonnante ne se portera-t-elle pas, si nous examinons les autres causes qui fournissent des vapeurs aqueuses à la masse entière de l'atmosphère? La surface de la terre est par-tout couverte d'une infinité de végétaux divers, depuis ces tapis de mousses & de liquens, jusqu'à ces forêts immenses, dont le nombre est si considérable. Il y a plus de vingt-cinq mille espèces de plantes; qui pourroit compter le nombre prodigieux d'individus de chaque famille, qui exhalent constamment dans l'atmosphère des parties aqueuses? Le célèbre Hales a observé qu'une de ces plantes, qu'on nomme soleil, & qui n'avoit que 3 pieds & demi de hauteur, fournissoit, par la transpiration, seulement en douze heures de jour, une livre & quatorze onces d'eau, quantité qui, prise sur un pied moyen, doit être réduite à une livre quatre onces, lesquelles donnent trente-quatre pouces cubiques d'eau. Un petit pommier, élevé dans un vase, donna neuf onces ou quinze pouces cubiques & demi; & un citronnier trente-six onces ou dix pouces cubiques, & un tiers, &c. L'observation nous ayant appris qu'un arbre ordinaire a communément vingt mille feuilles, & que chaque feuille transpire dix grains par jour; la transpiration totale d'un arbre, sera donc de deux cent mille grains, ou plus de vingt-six livres. Ces quantités différentes de vapeurs, exhalées, multipliées par le nombre des individus de chaque espèce, & ajoutées aux résultats que fournissent toutes les espèces différentes de végétaux qui peuplent toute la surface de la terre, présenteront une quantité énorme d'eau, que la raison conçoit, mais que l'imagination la plus accoutumée au merveilleux, ne peut se figurer.

Combien d'animaux n'existent pas sur la terre? On seroit fort embarrassé de décider si la variété ne l'emporte pas sur le nombre. Chaque animal est soumis aux loix d'une transpiration constante. Bornons-nous ici à un seul exemple. La transpiration de l'homme, évaluée sur un pied moyen, est, selon Keill, de trente-une onces en vingt-quatre heures. D'après cette supposition, je trouve par le calcul, que la transpiration annuelle est de onze mille trois cent quinze onces, ou sept cent sept livres d'eau. On a même démontré par le calcul, que trois cents hommes, placés sur la surface d'un arpent, exhaleroient en moins d'un mois, par la transpiration, une matière perspiratoire, pour former une atmosphère de même base & de soixante-dix pieds de hauteur. Selon les calculs de M. Templemann, si toute la terre étoit peuplée comme l'Angleterre, il y auroit quatre mille neuf cent soixante millions d'hommes sur la surface du globe; & si le nombre des habitans de la terre étoit proportionnel à celui de ceux qui sont dans la Hollande, il y en auroit trente-quatre mille sept cent vingt millions. Au lieu de trente-une onces que chaque homme transpire, ne prenons qu'à-peu-près la moitié de cette quantité, seize onces ou une livre, afin qu'on ne nous accuse pas de porter l'évaluation trop haut; nous trouverons que la somme de la transpiration de tous les hommes, en un seul jour, ne sera pas moindre que trois cent quarante-sept milliards deux cents millions de livres d'eau; produit qui auroit été presque double, si nous ne l'avions diminué de moitié. Si on ajoute à cette quantité celle des animaux des diverses familles qui habitent la terre entière, on aura un résultat au moins double, lequel, avec le précédent, formeroit un billion quarante-un milliards six cents millions de livres d'eau. Que seroit-ce, si à ce résultat on ajoutoit le produit de tant de causes accidentelles, & de révolutions physiques qui arrivent sur toute l'étendue de la surface du globe de la terre?

Les expériences sont ici d'accord avec le raisonnement; car on voit tous les jours plusieurs liquides & même des solides, augmenter notablement de poids, étant exposés à l'air; ce qui ne peut venir que de l'eau répandue dans l'atmosphère, qui est attirée & absorbée par ces corps. L'acide vitriolique & même tous les acides minéraux, dans des vaisseaux qui ne sont point bouchés, acquièrent bientôt un poids plus considérable; il en est de même de quelques-autres liquides. L'alkali fixe végétal, bien sec, n'attire-t-il pas puissamment l'humidité de l'air? Aussi son poids, au bout de quelque temps, devient-il trois fois plus grand. Tous les extraits secs de la plupart des matières, tirées du règne végétal, n'absorbent-ils pas en peu de temps une certaine quantité de cette humidité qui est répandue dans l'atmosphère? La chaux-vive qui, par la calcination, a été privée de l'eau & du gaz dont elle étoit saturée dans l'état de pierre calcaire, cette chaux-vive ne s'éteint-elle pas à l'air, en s'emparant d'une assez grande quantité de l'eau que l'air tenoit en dissolution? Cette eau, attirée par les substances en qui on remarque la propriété de la déliquescence ou de la causticité, existoit dans l'air, elle y étoit en quantité considérable, puisque ces matières diverses en attirent beaucoup, & que leur poids en est plus ou moins augmenté. Quelque part, par exemple, qu'on mette une livre d'alkali fixe végétal, dans un état de siccité, il attirera l'humidité de l'air, & bientôt cet alkali, tombé en *deliquium*, pèsera trois livres. Si on avoit exposé à l'air, cent livres de ce sel, on auroit eu deux cents livres d'eau tirées de l'atmosphère; & l'expérience auroit réussi, quelque part qu'on l'eût placé sur la surface de la terre, & même jusqu'à la hauteur des montagnes. Car M. Bouguer a prouvé, dans son ouvrage *de la figure de la terre*, que les vapeurs aqueuses s'élevoient encore plus haut; ce savant géomètre a même fixé à quatre mille quatre cents toises, la hauteur extrême des vapeurs, ce qui les porte à une lieue environ au-dessus des plus hautes montagnes, & rend croyable ce que plusieurs physiciens ont assuré, que les vapeurs répandues dans l'atmosphère, sont le tiers de sa masse.

Indépendamment des vapeurs aqueuses qui s'élèvent à tout instant de la surface de la terre, il y a une infinité d'exhalaisons & d'émanations qui s'échappent des différentes substances animales, végétales & minérales, non-seulement combinées avec l'eau, soit immédiatement soit par le moyen de quelque intermède. Je pourrois ici faire pour ce qui regarde les exhalaisons, un exposé semblable à celui qu'on vient de lire pour les vapeurs aqueuses; mais il est facile d'y suppléer. Ceci supposé, on ne pourra s'empêcher de conclure que la masse d'air qui, par l'hypothèse, auroit primitivement formé l'atmosphère, n'ait dû bientôt devenir un mixte très-composé, d'air, de vapeurs aqueuses, d'exhalaisons & d'émanations animales, végétales & minérales de tous genres & de toutes espèces; qui se seront combinées d'une infinité de manières. Que deviennent en effet, tant de substances qui, par l'évaporation, se dissipent en tout ou en partie; tant de fluides, tant de solides qui disparoissent de dessus la surface de la terre; toutes ces matières volatiles & odoriférantes dont il ne reste pas ensuite de traces; toutes ces substances que le feu consume & élève en fumée, depuis la plus petite combustion jusqu'à celle de ces nombreux volcans qui couvrent la surface de la terre? Ne se mêlent-elles pas incontestablement avec la masse de l'atmosphère? Ce sont sans doute ces considérations qui ont déterminé un auteur moderne, à regarder l'atmosphère comme un grand vaisseau chimique, dans lequel la matière de toutes les espèces de corps sublunaires flotte en grande quantité. Ce vaisseau est, dit-il, comme un grand fourneau continuellement exposé à l'action du soleil; d'où il résulte une quantité innombrable d'opérations, de sublimations, de séparations, de compositions, de digestions, de fermentations, de putréfactions, &c.

Les nouvelles connoissances que la science des gaz a procurées, nous prouvent que les mélanges qui s'opèrent dans l'air de l'atmosphère, sont encore plus compliqués; car un grand nombre de gaz divers se forment & s'élèvent dans l'atmosphère; il y a du gaz inflammable, (ou gaz hydrogène) du gaz fixe, (ou gaz acide carbonique) du gaz azote; en un mot, toutes les espèces de gaz connues, & toutes celles dont nous n'avons encore aucune idée, & qu'on découvrira à mesure que nos connoissances s'étendront & se perfectionneront. Toutes les fermentations qui arrivent sur toute la surface de la terre, produisent du gaz fixe, du gaz inflammable, &c. les putréfactions fournissent du gaz fixe, du gaz azote, &c. les effervescences qui arrivent en grand dans la nature, les combustions, les incendies, les explosions des volcans, les météores divers, &c. &c. donnent naissance à une grande quantité d'espèce de gaz & de combinaisons de ces différentes sortes de fluides élastiques, qui se feront deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, &c. & feront infiniment varier la composition de l'atmosphère.

On peut confirmer ces vérités générales par des faits incontestables; car il est prouvé qu'il y a plusieurs substances qui se transforment en fluides aériformes, à des degrés de chaleur semblables à ceux dans lesquels nous vivons, dès qu'on diminue la pression de l'atmosphère; qu'il y en a d'autres qui, au degré habituel de pression de l'atmosphère, se transforment en fluides aériformes à des degrés de chaleur voisins ou supérieurs à ceux dans lesquels nous vivons; & qu'il y en a aussi plusieurs qui sont constamment dans l'état aériformes au degré habituel de chaleur & de pression de l'atmosphère: si on place, (*figure 126*) sous le récipient d'une

d'une machine pneumatique un petit vase d'éther sulfurique, dont l'ouverture soit fermée par une vessie bien assujettie ; & qu'après avoir fait le vuide, on perce la vessie par le moyen d'une tige pointue qui passe au travers de la boîte à cuir du récipient, dans lequel on aura encore placé un baromètre, l'éther se vaporisera & se transformera en un fluide aériforme qui pourra soutenir en été le baromètre à vingt-cinq pouces : cette expérience réussit aussi avec tous les fluides évaporables. Dans les mémoires de l'académie 1787, Messieurs Lavoisier & de la Place ont encore prouvé par voie d'expérience, que l'éther soumis à une pression égale à celle de l'atmosphère, le baromètre étant à 28 pouces de mercure, il entre en ébullition, c'est-à-dire, se vaporise & se transforme en fluide élastique ou gaz, lorsque le thermomètre de mercure est à 32 ou 33 degrés; & qu'il en est de même pour l'esprit-de-vin à une température au-dessus de 67 degrés, & pour l'eau au-dessus de 80; d'où il résulte que l'éther est tout prêt de ne pouvoir exister sur notre globe, que dans l'état aériforme ; que si la pesanteur de notre atmosphère n'équivaloit à une colonne de 20 ou 24 pouces de mercure, au lieu de 28, on ne pourroit obtenir l'éther dans l'état liquide, au moins dans l'été, & que sur les montagnes un peu élevées, l'éther se convertiroit en gaz, à mesure qu'il seroit formé. Ajoutons qu'il est d'autres substances, telles que l'acide marin ou muriatique, l'alkali volatil ou ammoniac, l'acide carbonique ou air fixe, l'acide sulfureux, &c. qui demeurent constamment dans l'état aériforme, au degré habituel de la chaleur, & de pression de l'atmosphère. Ajoutons encore qu'on doit regarder, avec M. Lavoisier, comme un principe général déduit d'un grand nombre d'expériences, que presque tous les corps de la nature sont susceptibles d'exister dans trois états différens : dans l'état de solidité, dans l'état de liquidité & dans l'état aériforme ou de gas ; que ces trois états d'un même corps dépendent de la quantité de feu ou calorique qui lui est combinée. Il me paroît donc démontré que si par différentes causes, la pression de l'atmosphère, diminue ou la quantité de caloriques augmente, il y aura plusieurs espèces de gaz qui se formeront & se mêleront dans la masse de l'atmosphère, & que notre atmosphère est le résultat & le mélange, 1°. de toutes les substances susceptibles de se vaporiser ou plutôt de rester dans l'état aériforme, au degré de température dans lequel nous vivons, & à une pression égale au poids d'une colonne de mercure de 28 pouces de hauteur; 2°. de toutes les substances fluides ou concrètes, susceptibles de se dissoudre dans cet assemblage de différens gaz. *Voyez* CALORIQUE, GAZ.

Pour rendre cette théorie plus claire, considérons un moment avec M. Lavoisier, (*traité élémentaire de chimie, page 29*) ce qui arriveroit aux différentes substances qui composent notre globe terraquée, si la température en étoit tout-à-coup changée. Supposons qu'il fût transporté dans la région de la planète de mercure, par exemple, où la chaleur habituelle est de beaucoup supérieure à celle de l'eau bouillante : bientôt l'eau, tous les fluides susceptibles de s'évaporiser à des degrés voisins de l'eau bouillante, & le mercure lui-même, entreroient en expansion ; il se transformeroient en fluides aériformes ou gaz qui deviendroient parties de l'atmosphère. « Ces nouvelles espèces d'air se mêleroient avec celles déjà existantes, & il en résulteroit des décompositions réciproques, des combinaisons nouvelles, jusqu'à ce que les différentes affinités se trouvant satisfaites, les principes qui composeroient ces différens airs ou gaz, arrivassent à un état de repos. Mais une considération qui ne doit pas échapper, c'est que cette vaporisation même auroit des bornes : en effet, à mesure que la quantité des fluides élastiques augmenteroit, la pesanteur de l'atmosphère s'accroîtroit en proportion : or, puisqu'une pression quelconque est un obstacle à la vaporisation; puisque les fluides les plus évaporables peuvent résister, sans se vaporiser à une chaleur très-forte, quand on y oppose une pression proportionnellement plus forte encore ; enfin, puisque l'eau elle même & tous les liquides peuvent éprouver dans la machine de Papin, une chaleur capable de les faire rougir, on conçoit que la nouvelle atmosphère arriveroit à un degré de pesanteur tel que l'eau qui n'auroit pas été vaporisée jusqu'alors, cesseroit de bouillir, & resteroit dans l'état de liquidité ; en sorte même que dans cette supposition, comme dans toute autre de même genre, la pesanteur de l'atmosphère seroit limitée, & ne pourroit pas excéder un certain terme. On pourroit porter ces réflexions beaucoup plus loin, & examiner ce qui arriveroit aux pierres, aux sels, & à la plus grande partie des substances fusibles qui composent le globe : on conçoit qu'elles se ramolliroient, qu'elles entreroient en fusion & formeroient des fluides.

Par un effet contraire, si la terre se trouvoit tout-à-coup placée dans des régions très-froides, l'eau qui forme aujourd'hui nos fleuves & nos mers, & probablement le plus grand nombre des fluides que nous connoissons, se transformeroit en montagnes solides, en rochers très-durs, d'abord diaphanes, homogènes & blancs comme le cristal de roche ; mais qui, avec le temps, se mêlant avec des substances de différente nature, deviendroient des pierres opaques diversement colorées. L'air, dans cette supposition, ou au moins une partie des substances aériformes qui le composent, cesseroient sans doute d'exister dans l'état de vapeurs élastiques, faute d'un degré de chaleur suffisant ; elles reviendroient donc à l'état de liquidité, & il en résulteroit de nouveaux liquides dont nous n'avons aucune idée.

Ces deux suppositions extrêmes font voir claire-

ment, 1°. que *solidité*, *liquidité*, *élasticité*, sont trois états différens de la même matière, trois modifications particulières, par lesquelles presque toutes les substances peuvent successivement passer, & qui dépendent uniquement du degré de chaleur auquel elles sont exposées, c'est-à-dire, de la quantité de calorique dont elles sont pénétrées; 2°. qu'il est très-probable que l'air est un fluide naturellement en vapeurs, ou pour mieux dire, que notre atmosphère est un composé de tous les fluides susceptibles d'exister dans un état de vapeur & d'élasticité constante, au degré habituel de chaleur & de pression que nous éprouvons; 3°. qu'il ne seroit pas par conséquent impossible qu'il se rencontrât dans notre atmosphère des substances extrêmement compactes, des métaux même, & qu'une substance métallique, par exemple, qui seroit un peu plus volatile que le mercure, seroit dans ce cas. On sait que parmi les fluides que nous connoissons, les uns, comme l'eau & l'alkool ou esprit-de-vin, sont susceptibles de se mêler les uns avec les autres dans toutes proportions: les autres, au contraire, comme le mercure, l'eau & l'huile, ne peuvent contracter que des adhérences momentanées, ils se séparent les uns des autres lorsqu'ils ont été mélangés, & se rangent en raison de leur gravité spécifique. La même chose doit, ou au moins peut arriver dans l'atmosphère: il est possible, il est même probable qu'il s'est formé dans l'origine, & qu'ils se forme tous les jours des gaz qui ne sont que difficilement miscibles à l'air de l'atmosphère, & qui s'en séparent; si ces gaz sont plus légers, ils doivent se rassembler dans les régions élevées, & y former des couches qui nagent sur l'air atmosphérique. »

Tout ce qu'on vient de voir dans cet article, ne doit pas s'entendre seulement de l'atmosphère terrestre, mais doit être également appliqué aux atmosphères des autres planètes, & des satellites des planètes dont l'origine, la formation & la composition sont les mêmes, si toutes choses sont égales; autrement elles seront proportionnelles aux différences.

Sgravesande avoit assez bien vu, depuis long-temps, la production d'un fluide élastique par la diminution de pression de l'atmosphère ou par l'augmentation de chaleur. « Je ferai, dit-il, quelques autres observations sur l'eau, on en peut séparer un fluide à ressort sans une diminution sensible de son volume; cette séparation se fait par la chaleur ou le froid, ou en ôtant la pression de l'atmosphère: nous observons que cette séparation est très-subite, si on ôte subitement toute pression. » Ce physicien cite ensuite l'expérience suivante, qui consiste à remplir très-exactement un vase de verre cylindrique, fermé hermétiquement par une extrémité, & mastiqué par l'autre à une pompe aspirante; si, tandis que cet appareil est dans une direction perpendiculaire à l'horison, le piston en bas, en fait descendre celui-ci, l'eau descend dans le corps de pompe, & la partie supérieure du vase est vuide d'eau & d'air. Aussitôt on voit un nombre infini de petites bulles de fluide élastique qui paroissent dans le même moment, & toute l'eau en devient blanche. Ce fluide à ressort, ajoute-t-il, diffère de l'air qui couvre la surface de la terre, quoiqu'il y en ait une grande quantité dans l'air. Néanmoins ceci ne diminue en rien la gloire des modernes qui, des découvertes récentes, ont déduit un principe général qui établit une grande vérité dont on n'avoit pas une idée directe.

[*Poids de l'atmosphère.* Les corps organisés sont particulièrement affectés par la pression de l'atmosphère: c'est à elle que les plantes doivent leur végétation; que les animaux doivent la respiration, la circulation, la nutrition, &c.

Elle est aussi la cause de plusieurs altérations considérables dans l'économie animale, & qui ont rapport à la santé, à la vie, aux maladies, &c. *Voyez* AIR, &c. par conséquent c'est une chose digne d'attention que de calculer la quantité précise de la pression de l'atmosphère. Pour en venir à bout, il faut observer que notre corps est également pressé par l'atmosphère dans tous les points de sa surface, & que le poids qu'il contient est égal à celui d'un cylindre d'air, dont la base seroit égale à la surface de notre corps, & dont la hauteur seroit la même que celle de l'atmosphère. Or, le poids d'un cylindre d'air de la même hauteur que l'atmosphère, est égal au poids d'un cylindre d'eau de même base & de 32 pieds de hauteur environ, ou au poids d'un cylindre de mercure de même base & de 29 pouces de hauteur; ce qui se prouve tant par l'expérience de Torricelli, que par la hauteur à laquelle l'eau s'élève dans les pompes; dans les siphons. &c. *Voyez* TUBE DE TORRICELLI. *Voyez aussi* POMPE, SIPHON, &c.

De-là il s'ensuit que chaque pied quarré de la surface de notre corps est pressé par le poids de 32 pieds cubes d'eau: or, on trouve par l'expérience, qu'un pied cube d'eau pèse environ 70 livres. Ainsi chaque pied quarré de la surface de notre corps soutient un poids de 2240 livres; car $32 \times 70 = 2240$; par conséquent la surface entière de notre corps porte un poids égal à autant de fois 2240 livres, que cette surface a de pieds quarrés. Donc si on suppose que la surface du corps de l'homme contient 15 pieds quarrés, ce qui n'est pas fort éloigné de la vérité, on trouvera que cette surface soutient un poids de 33600 livres; car $2240 \times 15 = 33600$.

La différence entre le poids de l'air que notre corps soutient dans différens temps, est aussi fort grande.

En effet, la différence dans le poids de l'air en différens temps, eſt meſurée par la hauteur du mercure dans le baromètre; & comme la plus grande variation dans la hauteur du mercure eſt de trois pouces, il s'enſuit que la plus grande différence entre la preſſion de l'air ſur notre corps, ſera égale au poids d'un cylindre de mercure de trois pouces de hauteur, qui auroit une baſe égale à la ſurface de notre corps. Or, un pied cube de mercure étant ſuppoſé de 1064 livres, c'eſt-à-dire, de 102244 dragmes, on dira, comme 102144 dragmes ſont à un pied cube, ou à 1728 pouces cubes, ainſi $59\frac{192}{1728}$ dragmes ſont à un pouce cube. Un pouce cube de mercure pèſe donc environ 59 dragmes; & comme il y a 144 pouces quarrés dans un pied quarré, un cylindre de mercure d'un pied quarré de baſe, & de trois pouces de hauteur, doit contenir 432 pouces cubes de mercure, & par conſéquent péſe 432×59 ou 25488 dragmes. Répétant donc 15 fois ce même poids, on aura 15×25488 dragmes $= 382230 = 47790$ onces $= 3890\frac{1}{3}$ livres, pour le poids que la ſurface de notre corps ſoutient en certain temps plus qu'en d'autres.

Il n'eſt donc pas ſurprenant que le changement de température dans l'air affecte ſi ſenſiblement nos corps & puiſſe déranger notre ſanté: mais on doit plutôt s'étonner qu'il ne faſſe pas ſur nous plus d'effet. Car quand on conſidère que nous ſoutenons dans certain temps près de 4000 livres de plus que dans d'autres, & que cette variation eſt quelquefois très-ſoudaine, il y a lieu d'être ſurpris qu'un tel changement ne briſe pas entièrement le tiſſu des parties de notre corps.

Nos vaiſſeaux doivent être ſi reſſerrés par cette augmentation de poids, que le ſang devroit reſter ſtagnant, & la circulation ceſſer entièrement, ſi la nature n'avoit ſagement pourvu à cet inconvénient, en rendant la force contractive du cœur d'autant plus grande, que la réſiſtance qu'il a à ſurmonter de la part des vaiſſeaux eſt plus forte. En effet, dès que le poids de l'air augmente, les lobes du poumon ſe dilatent avec plus de force; & par conſéquent le ſang y eſt plus parfaitement diviſé: de ſorte qu'il devient plus propre pour les ſecrétions les plus ſubtiles, par exemple, pour celles du fluide nerveux, dont l'action doit par conſéquent contracter le cœur avec plus de force. De plus, le mouvement du ſang étant retardé vers la ſurface de notre corps, il doit paſſer en plus grande abondance au cerveau, ſur lequel la preſſion de l'air eſt moindre qu'ailleurs, étant ſoutenue par le crâne: par conſéquent, la ſecrétion & la génération des eſprits ſe fera dans le cerveau avec plus d'abondance, & conſéquemment le cœur en aura plus de force pour porter le ſang dans tous les vaiſſeaux où il pourra paſſer; tandis que ceux qui ſont proche de la ſurface ſeront bouchés.

Le changement le plus conſidérable que la preſſion de l'air plus ou moins grande produiſe dans le ſang, eſt de le rendre plus ou moins épais, & de faire qu'il ſe reſſerre dans un plus petit eſpace, ou qu'il en occupe un plus grand dans les vaiſſeaux où il entre. Car l'air qui eſt renfermé dans notre ſang, conſerve toujours l'équilibre avec l'air extérieur qui paſſe la ſurface de notre corps; & ſon effort pour ſe dilater eſt toujours égal à l'effort que l'air extérieur fait pour le comprimer, de manière que ſi la preſſion de l'air extérieur diminue tant ſoit peu, l'air intérieur ſe dilate à proportion, & fait par conſéquent occuper au ſang un plus grand eſpace qu'auparavant. *Voyez* CHALEUR, FROID, &c.

Borelli explique de la manière ſuivante, la raiſon pour laquelle nous ne ſentons point cette preſſion. *De mot. nat. à grav. fac. prop. 29. &c.*

Après avoir dit que du ſable bien foulé dans un vaiſſeau dur, ne peut être pénétré ni diviſé par aucun moyen, pas même par l'effort d'un coin; & que de même l'eau contenue dans une veſſie qu'on comprime également en tous ſens, ne peut ni s'échapper ni être pénétré par aucun endroit, il ajoute: « De même, il y a dans le corps d'un animal, un grand nombre de parties différentes, dont les unes, comme les os, ſont dures; d'autres ſont molles, comme les muſcles, les nerfs, les membranes; d'autres ſont fluides, comme le ſang, la lymphe, &c. Or, il n'eſt pas poſſible que les os ſoient rompus ou déplacés dans le corps, à moins que la preſſion ne devienne plus grande ſur un os que ſur l'autre, comme nous voyons qu'il arrive quelquefois aux porte-faix. Si la preſſion ſe partage de manière qu'elle agiſſe également en bas, en haut & en tous ſens, & qu'enfin toutes les parties de la peau en ſoient également affectées, il eſt évidemment impoſſible qu'elle puiſſe occaſionner aucune fracture ou luxation: on peut dire la même choſe des muſcles & des nerfs, qui ſont, à la vérité, des parties molles, mais compoſées de parties ſolides, par le moyen deſquelles ils ſe ſoutiennent mutuellement, & réſiſtent à la preſſion. Enfin la même choſe a lieu pour le ſang & les autres liqueurs; car comme l'eau n'eſt ſuſceptible d'aucune condenſation ſenſible, de même les liqueurs animales contenues dans les vaiſſeaux, peuvent bien recevoir une attrition par la force qui agit ſur tel ou tel endroit des vaiſſeaux, mais elles ne peuvent être forcées à en ſortir par une preſſion générale; d'où il s'enſuit, que puiſqu'aucune des parties ne doit ſouffrir ni ſéparation, ni luxation, ni contuſion, ni enfin aucune ſorte de changement par la preſſion de l'air; il eſt impoſſible que cette preſſion puiſſe produire en nous l'effet de la douleur, qui eſt toujours l'effet de quelque ſolution de continuité. » Cela ſe confirme par ce que nous voyons arriver aux plongeurs.

La même vérité eſt appuyée par une expérience

de Boyle. Ce physicien mit un têtard dans un vase à moitié plein d'eau, & introduisit dans le vase une quantité d'air telle, que l'eau soutenoit un poids d'air huit fois plus grand qu'auparavant; le petit animal, quoiqu'il eût la peau fort tendre ne parut rien ressentir d'un si grand changement.

Sur les effets qui résultent de la diminution considérable, ou de la suppression presque totale du poids de l'atmosphère, *voyez* MACHINE PNEUMATIQUE. Sur les causes des variations de l'atmosphère, *voyez* BAROMÈTRE.]

De ce qu'il est facile de connoître la pression de l'atmosphère sur un espace donné à la surface de la terre, ainsi qu'on vient de le voir il n'y a qu'un instant, on en a conclu qu'il étoit également aisé de trouver le poids de toute l'atmosphère sur la superficie entière du globe de la terre. En effet, puisqu'on détermine le poids de la colonne de l'atmosphère qui pèse sur l'espace d'un pouce en quarré, d'un pied en quarré, d'une lieue en quarré, il paroît clair qu'on connoîtra le poids total de l'atmosphère, si la surface de la terre est donnée; la quantité de ce poids étant égale au produit de la pression sur une lieue quarrée multipliée par le nombre de lieues quarrées que contient la superficie de la terre. Or, la superficie de la terre sera aisément déterminée, soit qu'on la considère comme une sphère ou comme un sphéroïde. Cependant, on ne peut apprécier ce poids avec facilité & précision que mathématiquement, & d'après des données hypothétiques; car physiquement parlant, on ne peut que par approximation, savoir quel est le poids exact de l'atmosphère sur toute la terre, parce que notre globe peut avoir une figure irrégulière, au moins dans quelques portions, & à cause de l'inégalité des hauteurs ou montagnes qui sont plus ou moins élevées, plus ou moins nombreuses, & à cause de la différente densité des colonnes de l'atmosphère qui varie beaucoup selon les lieux & les temps; enfin parce qu'il faut, aux considérations précédentes, ajouter celle des effets de la force centrifuge qui résulte du mouvement de la terre sur son axe, &c. Mais en faisant abstraction de ces circonstances physiques, on trouvera facilement, du moins pour un instant, le poids de toute la masse de l'atmosphère qui enveloppe le globe de la terre. Outre la méthode que nous avons indiquée, il y en a une autre, qui étant donnée le rayon du globe terrestre, & la hauteur de la colonne de mercure du baromètre, soutenue en équilibre par la pression de l'atmosphère; le rapport de la circonférence au diamètre, & la pesanteur spécifique du mercure; il y en a une autre, dis-je, qui consiste à chercher les solides de deux sphères, dont l'une a pour rayon, une hauteur égale à celle du rayon de la terre, plus l'élévation de la colonne de mercure, & l'autre a pour rayon celui du globe de la terre. En retranchant le second solide du premier, on a un reste qu'on multiplie par la pesanteur spécifique du mercure, & le produit donne ensuite l'expression générale & très-approchée du poids de l'atmosphère sur toute la surface du globe de la terre. Par exemple, en supposant que la hauteur du mercure dans le baromètre soit de 28 pouces, le poids d'un pied cube de mercure, 960 livres, & le degré d'un grand cercle de la terre de 57000 toises; on trouvera que le poids total de l'atmosphère est de 11028854877090909091 livres environ.

[*Hauteur de l'atmosphère.* Les philosophes modernes se sont donnés beaucoup de peine pour déterminer la hauteur de l'atmosphère. Si l'air n'avoit point de force élastique, mais qu'il fût par-tout de la même densité, depuis la surface de la terre jusqu'au bout de l'atmosphère, comme l'eau, qui est également dense, à quelque profondeur que ce soit, il suffiroit pour déterminer la hauteur de l'atmosphère, de trouver, par une expérience facile, le rapport de la densité du mercure, par exemple, à celle de l'air que nous respirons ici bas; & la hauteur de l'air seroit à celle du mercure dans le baromètre, comme la densité du mercure est à celle de l'air. En effet, une colonne d'air d'un pouce de haut, étant à une colonne de mercure de même hauteur, comme 1 à 10800; il est évident que 10800 fois une colonne d'air d'un pouce de haut, c'est-à-dire une colonne d'air de 900 pieds, seroit égale en poids à une colonne de mercure d'un pouce: donc une colonne de 30 pouces de mercure dans le baromètre, seroit soutenue par une colonne d'air de 27000 pieds de haut, si l'air étoit dans toute l'atmosphère de la même densité qu'ici-bas: sur ce pied la hauteur de l'atmosphère seroit d'environ 27000 pieds, ou de $\frac{27}{12}$ de lieue; c'est-à-dire de deux lieues $\frac{1}{4}$, en prenant 2000 toises à la lieue. Mais l'air par son élasticité, a la vertu de se comprimer & de se dilater: on a trouvé par différentes expériences fréquemment répétées en France, en Angleterre & en Italie, que les différens espaces qu'il occupe, lorsqu'il est comprimé par différens poids, sont réciproquement proportionnels à ces poids; c'est-à-dire, que l'air occupe moins d'espace en même raison qu'il est plus pressé; d'où il s'ensuit, que dans la partie supérieure de l'atmosphère, où l'air est beaucoup moins comprimé, il doit être beaucoup plus raréfié qu'il ne l'est proche la surface de la terre; & que par conséquent la hauteur de l'atmosphère doit être beaucoup plus grande que celle que nous venons de trouver. Voici une idée de la méthode que quelques auteurs ont suivie pour la déterminer.

Si nous supposons que la hauteur de l'atmosphère soit divisée en une infinité de parties égales, la densité de l'air dans chacune de ces parties, est comme sa masse; & le poids de l'atmosphère, à un endroit quelconque, est aussi comme la masse totale de l'air au-dessus de cet endroit; d'où il s'ensuit

que la densité ou la masse de l'air dans chacune des parties de la hauteur, est proportionnelle à la masse ou au poids de l'air supérieur ; & que par conséquent cette masse ou ce poids de l'air supérieur est proportionnelle à la différence entre les masses de deux parties d'air contiguës prises depuis la surface de l'atmosphère ; or, nous savons par un théoreme de géométrie, que lorsque des grandeurs sont proportionnelles à leurs différences, ces grandeurs sont en proportion géométrique continue ; donc, dans la supposition que les parties de la hauteur de l'air forment une progression arithmétique, la densité, ou ce qui revient au même, le poids de ces parties, doit former une proportion géométrique continue.

Par le moyen de cette série, il est facile de trouver la raréfaction de l'air à une hauteur quelconque, ou la hauteur de l'air correspondante à un degré donné de raréfaction, en observant, par deux ou trois hauteurs de baromètre, la raréfaction de l'air à deux ou trois hauteurs différentes ; d'où l'on conclura la hauteur de l'atmosphère, en supposant que l'on sache le dernier degré de raréfaction, au-delà duquel l'air peut aller. *Voyez les articles* BAROMÈTRE, AURORE, BORÉALE. *Voyez aussi Grégory Astronom. Phys. & Géom. liv. V. prop. 3. & Halley dans les transact. Phil. n°. 181.*

Il faut avouer cependant que si on s'en rapporte à quelques observations faites par M. Cassini, on sera tenté de croire que cette méthode de trouver la hauteur de l'atmosphère est fort incertaine. Cet astronome, dans les opérations qu'il fit pour prolonger la méridienne de l'observatoire de Paris, mesura avec beaucoup d'exactitude les hauteurs des différentes montagnes qui se rencontrèrent dans sa route ; & ayant observé la hauteur du baromètre sur le sommet de chacune de ces montagnes, il trouva que cette hauteur, comparée à la hauteur des montagnes, ne suivoit point du tout la proportion indiquée ci-dessus ; mais que la raréfaction de l'air à des hauteurs considérables audessus de la surface de la terre, étoit beaucoup plus grande qu'elle ne devroit être, suivant la règle précédente.

L'académie royale des sciences ayant donc quelque lieu de révoquer en doute l'exactitude des expériences ; elle en fit un grand nombre d'autres sur des dilatations de l'air très-considérables, & beaucoup plus grandes que celles de l'air sur le sommet des montagnes ; & elle trouva toujours que ces dilatations suivoient la raison inverse des poids dont l'air étoit chargé ; d'où quelques physiciens ont conclu, que l'air qui est sur le sommet des montagnes, est d'une nature différente de l'air que nous respirons ici-bas, & suit apparamment d'autres loix dans sa dilatation & sa compression.

La raison de cette différence doit être attribuée à la quantité de vapeurs & d'exhalaisons grossières, dont l'air est chargé, & qui est bien plus considérable dans la partie inférieure de l'atmosphère qu'au-dessus. Ces vapeurs étant moins élastiques, & moins capables par conséquent de raréfaction que l'air pur, il faut nécessairement que les raréfactions de l'air pur augmentent en plus grande raison que le poids ne diminue.

Cependant M. de Fontenelle explique autrement ce phénomène, d'après quelques expériences de M. de la Hire ; il prétend que la force élastique de l'air s'augmente par l'humidité ; & qu'ainsi l'air qui est proche le sommet des montagnes, étant plus humide que l'air inférieur, est par-là plus élastique, & capable d'occuper un plus grand espace qu'il ne devroit occuper naturellement, s'il étoit plus sec.

Mais M. Jurin soutient que les expériences dont on se sert pour appuyer cette explication, ne sont point du tout concluantes. *Append. ad Varen. Geograph.*

M. Daniel Bernoulli donne dans son *Hydrodynamique* une autre méthode pour déterminer la hauteur de l'atmosphère : dans cette méthode, qui est trop géométrique pour pouvoir être exposée ici, & mise à la portée du commun des lecteurs, il fait entrer la chaleur de l'air parmi les causes de la dilatation.

La règle des compressions en raison des poids, ne peut donner la hauteur de l'atmosphère ; car il faudroit que cette hauteur fût infinie, & que la densité de l'air fût nulle à sa surface supérieure. Il seroit plus naturel de supposer la densité de l'air proportionnelle, non au poids comprimant, mais à ce même poids augmenté d'un poids constant ; alors la hauteur de l'atmosphère seroit finie, & ne seroit pas plus difficile à trouver que dans la première hypothèse, comme il est démontré dans le traité des fluides de M. d'Alembert.

Quoi qu'il en soit, il est constant que les raréfactions de l'air à différentes hauteurs, ne suivent point la proportion des poids dont l'air est chargé ; par conséquent les expériences du baromètre, faites au pied & sur le sommet des montagnes, ne peuvent nous donner la hauteur de l'atmosphère ; puisque ces expériences ne sont faites que dans la partie la plus inférieure de l'air. L'atmosphère s'étend bien au-delà ; & ses réfractions s'éloignent d'autant plus de la loi précédente, qu'il est plus éloigné de la terre. C'est ce qui a engagé M. de la Hire, après Képler, à se servir d'une méthode plus ancienne, plus simple & plus sûre, pour trouver la hauteur de l'atmosphère : cette méthode est fondée sur l'observation des crépuscules.

Tous les astronomes conviennent que quand le soleil est à dix-huit degrés au-dessous de l'horison,

il envoye un rayon qui touche la surface de la terre, & qui ayant sa direction de bas en haut, va frapper la surface supérieure de l'atmosphère, d'où il est renvoyé jusqu'à la terre, qu'il touche de nouveau dans une direction horisontale. Si donc il n'y avoit point d'atmosphère, il n'y auroit pas de crépuscule : par conséquent, si l'atmosphère n'étoit pas aussi haute qu'elle est, le crépuscule commenceroit & finiroit quand le soleil seroit à moins de 18 degrés au-dessous de l'horison ; & au contraire : d'où on peut conclure que la grandeur de l'arc dont le soleil est abaissé au-dessous de l'horison, au commencement & à la fin du crépuscule, détermine la hauteur de l'atmosphère. Il faut cependant remarquer qu'on doit soustraire 32 minutes de l'arc de 18 degrés, à cause de la réfraction qui élève alors le soleil plus haut de 32 minutes qu'il ne devroit être ; & qu'il faut encore ôter 16 minutes pour la distance du limbe supérieur du soleil, (qui est supposé envoyer le rayon) au centre de ce même astre, qui est le point qu'on suppose à 18 degrés moins 32 minutes : l'arc restant sera par conséquent de 17 degrés 12 minutes; & c'est de cet arc que l'on doit se servir pour déterminer la hauteur de l'atmosphère.

Les deux rayons, l'un direct, l'autre réfléchi, qui sont tous deux tangens de la surface de la terre, doivent nécessairement se couper dans l'atmosphère, de manière qu'ils fassent entr'eux un angle de 17 degrés 12 minutes, & que l'arc de la terre compris entre les points touchans, soit aussi de 17 degrés 12 minutes : donc par la nature du cercle, une ligne qui partiroit du centre, & qui couperoit cet arc en deux parties égales, rencontreroit les deux rayons à leur point de concours. Or, il est facile de trouver l'excès de cette ligne sur le rayon de la terre; & cet excès sera la hauteur de l'atmosphère. M. de la Hire a trouvé, par cette méthode, la hauteur de l'atmosphère de 37223 toises, ou d'environ dix-sept lieues de France. La même méthode avoit été employée par Képler : mais cet astronome l'avoit rejetée par cette seule raison, qu'elle donnoit la hauteur de l'atmosphère 20 fois plus grande qu'il ne la croyoit.

Au reste, il faut observer que dans tout ce calcul, l'on regarde les rayons direct & réfléchi comme des lignes droites ; au lieu que ces rayons sont en effet des lignes courbes, formées par la réfraction continuelle des rayons dans leur passage par les couches différemment denses de l'atmosphère. Si donc on regarde ces rayons comme deux couches semblables, ou plutôt comme une seule & unique courbe, dont une des extrémités est tangente de la terre, le sommet de cette courbe, également distant des deux extrémités, donnera la hauteur de l'atmosphère : par conséquent, on doit trouver cette hauteur un peu moindre que dans le cas où on supposoit que les deux rayons étoient des lignes droites ; car le point de concours de ces deux rayons qui touchent la courbe à ses extrémités, doit être plus haut que le sommet de la courbe, qui tourne sa concavité vers la terre. M. de la Hire diminue donc la hauteur de l'atmosphère d'après ce principe, & ne lui donne que 36362 toises, ou 16 lieues. *Hist. de l'acad. roy. des sciences, an. 1713, pag. 61. Voyez les articles* RÉFRACTION *&* CRÉPUSCULE, *&c.*]

M. de Mairan, dans son traité de l'aurore boréale, (pag. 62, édit de 1754) de quelques observations de la hauteur des différentes aurores boréales, en a conclu que la hauteur de l'atmosphère étoit de 266 lieues de 25 au degré, & même de plus de 300 lieues.

[On pourra donc maintenant savoir ce que signifie le mot d'atmosphère terrestre ; car c'est le nom qu'on donne à l'air qui environne la terre, c'est-à-dire, à ce fluide rare & élastique dont la terre est couverte par-tout à une hauteur considérable, qui gravite vers le centre de la terre & pèse sur sa surface, qui est emporté avec la terre autour du soleil, & qui en partage le mouvement tant annuel que diurne. *Voyez* TERRE.

On peut encore entendre proprement par atmosphère, l'air considéré avec les vapeurs dont il est rempli. *Voyez* AIR. Ce mot est formé des mots grecs ἀτμὸς, vapeur, & σφαῖρα, sphère ; ainsi on ne doit point écrire athmosphère par une h, mais atmosphère sans h, le mot grec ἀτμὸς, d'où il vient, étant écrit par un τ & non par un θ.

Par atmosphère, d'autres entendent ordinairement la masse entière de l'air qui environnne la terre : cependant quelques écrivains ne donnent le nom d'atmosphère qu'à la partie de l'air proche de la terre qui reçoit les vapeurs & les exhalaisons, & qui rompt sensiblement les rayons de lumière. *Voyez* RÉFRACTION.

L'espace qui est au-dessus de cet air grossier, quoiqu'il ne soit peut-être pas entièrement vuide d'air, est supposé rempli par une matière plus subtile qu'on appelle éther, & est appelé pour cette raison, région éthérée ou espace éthéré.

On a inventé un grand nombre d'instrumens pour faire connoître & pour mesurer les différens changemens & altérations de l'atmosphère ; comme baromètres, thermomètres, hygromètres, manomètres, anémomètres, *&c. Voyez les articles* BAROMÈTRE, THERMOMÈTRE, &c. L'atmosphère s'insinue dans tous les vuides des corps, & devient, par ce moyen, une des principales causes des changemens qui leur arrivent ; comme générations, corruptions, dissolutions, &c.

Une des grandes découvertes de la philosophie moderne, est que tous les effets que les anciens

attribuoient à l'horreur du vuide, sont uniquement dus à la pression de l'atmosphère. C'est aussi cette pression qui est cause en partie de l'adhérence des corps. *Voyez* HORREUR DU VUIDE, POMPE, PRESSION, &c.]

L'atmosphère terrestre a une figure aplatie vers les pôles; car, tournant avec la terre sur son axe, sa force centrifuge qui est plus grande à l'équateur & entre les tropiques, que vers les pôles, affoiblit nécessairement la gravitation de cette partie de l'atmosphère, & lui donne plus d'élévation dans les colonnes qui sont comprises entre ces deux cercles, qu'aux colonnes qui sont voisines des pôles; d'ou résulte nécessairement la figure d'un sphéroïde aplati par les pôles qui lui est propre, comme au globe même de la terre. *Voyez* FORCE CENTRIFUGE, &c. De plus, la chaleur qui est plus grande entre les tropiques que dans les zones tempérées & glaciales, doit y raréfier davantage les colonnes de l'atmosphère qui y sont comprises, & conséquemment leur donner plus d'étendue en hauteur.

L'atmosphère éprouve des alternatives de chaud & de froid, dans les différentes saisons & dans les divers temps de la journée; elle est tantôt plus, tantôt moins humide, selon les circonstances; sa densité est donc plus ou moins grande dans divers instans, de même que son ressort & ses autres propriétés; mais comme ces propriétés appartiennent directement à L'AIR; c'est dans cet article & les autres qui y ont rapport, qu'on les considérera. Il en est de même du mouvement qui peut être imprimé à la masse de l'atmosphère. L'atmosphère a, comme la terre, un mouvement diurne & un mouvement annuel; elle éprouve dans ses différentes parties un mouvement de vibration & de frémissement, lorsqu'un corps sonore les agite; dans plusieurs circonstances un grand volume d'air est déplacé avec plus ou moins de force & de vîtesse dans une direction déterminée. Ces objets seront traités aux articles TERRE, SON & VENT.

C'est dans l'atmosphère que se forment la plupart des MÉTÉORES IGNÉES, AQUEUX, AÉRIENS & LUMINEUX : ces objets sont une des parties les plus curieuses & les plus intéressantes de la physique, ils seront traités avec toute l'étendue nécessaire à l'article MÉTÉORES auquel nous renvoyons.

ATMOSPHÈRE DES CORPS TERRESTRES. Il y a des physiciens qui ont prétendu que tous les corps terrestres, de quelque nature qu'ils fussent, étoient entourés d'une atmosphère particulière. Les corps les plus durs, selon eux, ont une espèce d'enveloppe sphérique, formée par les petits corpuscules qui s'en échappent; Boyle est de ce sentiment, & prétend que les diamans & tous les corps les plus solides ont leur atmosphère. Cette assertion peut être entendue de deux manières : 1°. en ce sens, que tous les corps sont enveloppés d'une atmosphère quelconque, d'une matière qui peut être commune à tous; 2°. de sorte que cette atmosphère particulière soit formée d'une matière propre à chaque espèce de corps.

Il paroît probable que tous les corps sont entourés d'une couche d'air plus ou moins épaisse; car l'air adhère à la surface de tous les corps, ainsi que nous l'avons prouvé à l'article ADHÉRENCE. Si cette couche est appelée une *atmosphère*, nous conviendrons, puisqu'il ne faut pas disputer des noms, que tous les corps ont une ATMOSPHÈRE D'AIR, air qui les environne de tous côtés; air qui est transporté avec eux, à cause de son adhérence aux surfaces qui l'attirent, & dont il ne se sépare que difficilement, après que le contact réciproque a eu lieu. On se rappelle que nous avons prouvé par expérience cette adhérence de l'air aux surfaces. Une aiguille d'acier, couché horisontalement sur l'eau, y surnage, quoiqu'elle soit beaucoup plus pesante spécifiquement qu'un égal volume qui lui répond : or, cet effet vient de la couche d'air adhérent qui l'enveloppe, & forme autour d'elle une espèce de petite gondolle d'air; de sorte que la totalité de ces deux corps est plus légère qu'un égal volume du liquide. Mais si on mouille cette aiguille pour en détacher l'air, elle ne surnage plus. Cette expérience est la même avec des aiguilles, des autres métaux; & avec des fétus d'autres substances plus pesantes que l'eau, &c. *Voyez* ADHÉRENCE. Or, en appliquant aux grands corps ce qu'on vient de dire des petits, il en résultera que l'air adhère à toutes les surfaces des corps terrestres, quelle que soit leur grandeur.

Il est probable que la matière électrique, la matière du feu, & celle de plusieurs autres fluides, adhèrent aussi aux corps terrestres qui sont plongés dans ces fluides, & forment ainsi une espèce d'atmosphère improprement dite.

Mais, quoique plusieurs corps aient une atmosphère particulière, composée d'une matière propre & analogue à la nature du corps qui en est doué, il n'est pas prouvé par l'expérience que tous les corps, de quelque règne qu'ils soient, en aient une de cette espece. Rien ne montre, par exemple, qu'un morceau d'or ou d'argent, par exemple, qui est bien pur, ait une atmosphère particulière; on doit en dire autant de la plupart des pierres, du granit, par exemple, du quartz, du spath, &c. Quelques physiciens ont cru prouver l'existence d'une atmosphère pour tous les corps terrestres, en disant qu'il n'y en a aucun qui ne produise une diffraction ou inflexion de la lumière, lorsqu'on présentera un de ses angles à un rayon solaire dans une chambre obscure. Mais cet effet peut venir de la simple attraction de la masse du corps terrestre, quel qu'il soit, sans aucune atmosphère; d'ailleurs, si on vouloit absolument une atmosphère pour expliquer cet effet par réfraction,

on pouroit avoir recours à l'air & aux vapeurs aqueuſes de l'air qui ſeroient dans un état d'adhérence avec les ſurfaces des corps.

Comme il ſeroit trop long d'examiner en particulier les corps qui ont des atmoſphères propres, nous nous contenterons d'indiquer ici les principaux, qui en général ſont des corps ignées, les corps lumineux, les corps magnétiques, les corps électriques, les corps animaux & les végétaux, & les ſubſtances odoriférantes. Mais nous prévenons ici que ces atmoſphères ne ſont point mues comme de petits tourbillons; leur exiſtence eſt bien loin d'être prouvée. Le grand nombre des particules dont ſont compoſées les atmoſphéres des corps terreſtres, n'a d'autre mouvement que celui de s'élever dans la maſſe de l'air environnante; une autre partie ſe répand en tous ſens, & une dernière enfin reſte plus ou moins adhérente à la ſurface des corps.

Atmosphère des corps ignées. Les corps incandeſcens & enflammés; les corps brûlans ou chauds, de quelque nature qu'ils ſoient, ont autour d'eux une eſpèce d'atmoſphère, formée par la matière du feu qui en ſort continuellement par tous les points de leur ſurface: cette atmoſphère de feu eſt leur ſphère d'activité; & tous les autres corps qui n'en ſont pas éloignés, en reſſentent les effets. On ſent la chaleur à une certaine diſtance du feu. L'intenſité de cette activité eſt toujours en raiſon inverſe du quarré des diſtances. La matière du feu, en ſortant des corps chauds, entraîne toujours avec elle pluſieurs parties propres à ces corps, car la plupart diminuent de poids: ainſi leur atmoſphère n'eſt pas ſeulement compoſée du *calorique* ou matière de la chaleur.

Atmosphère des corps lumineux. Les corps lumineux doivent être conſidérés comme les centres d'autant de ſphères d'activité; & l'intenſité de leur lumière eſt en raiſon réciproque du quarré des diſtances à ce centre. L'expérience prouve que les corps lumineux ont autour d'eux une ſorte d'atmoſphère lumineuſe qui eſt très-viſible, même de loin: on en ſeroit onvaincu, en conſidérant une ſimple bougie allumée. Dailleurs, la perte de ſa ſubſtance que fait continuellement tout corps terreſtre lumineux, prouve aſſez la réalité d'une eſpèce d'atmoſphère lumineuſe. On obſervera qu'on ne doit donner le nom d'atmoſphère qu'à la portion de lumière qui entoure le corps lumineux & qui peut être tranſporté avec lui. La portion la plus abondante qui eſt diſſipée au loin, a appartenu, avant la disjonction, à l'atmoſphère à laquelle elle eſt enſuite devenue étrangère. Cette remarque a lieu pour les articles ſuivans.

Atmosphère des corps magnétiques. Lorſqu'on place un aimant ou un morceau de fer aimanté ſous un carton, & qu'on tamiſe ſur ce carton de la limaille de fer, on voit celle-ci s'arranger en différentes courbes régulières, qui ſemblent annoncer qu'un fluide magnétique circule autour des corps aimantés. Cette limaille ſe meut, s'élève & s'abaiſſe tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, lorſqu'on remue l'aimant par-deſſous le carton, ce qui indique une *atmoſphère magnétique* qui agit ſur les parcelles de limaille à une certaine diſtance. *Voyez* aimant & magnétique.

Atmosphère électrique. Un tube de verre électriſé, un conducteur qui eſt dans un état actuel d'électriſation, donnent même à une certaine diſtance des ſignes d'électricité à ceux qui s'en approchent. On ſent d'abord l'impreſſion d'un vent frais, enſuite celle que feroit une toile d'araignée; on apperçoit après, de la lumière ſuivie d'une étincelle, lorſque l'approximation devient progreſſivement plus grande. Un corps électriſé eſt donc environné de toutes parts d'une matière fluide, analogue à la lumière & au feu, c'eſt-à-dire, d'une atmoſphère électrique. Mais tout ce qui regarde ce ſujet ne peut bien être traité que dans l'article électricité & dans ceux qui y ont rapport. M. l'abbé Nollet, & ſes partiſans, ont prétendu que la matière affluente & effluente qui exiſtoit en même-temps autour d'un corps électriſé, formoit l'*atmoſphère* électrique, & étoit la cauſe des attractions & des répulſions. On a déjà vu à l'article affluences, combien cette opinion étoit peu fondée; nous y renvoyons ainſi qu'aux autres articles d'électricité. Comme il n'y a point de ſimultanéïté dans les affluences & dans les effluences; que le fluide eſt ou *effluent* des corps électriſés poſitivement, ou *affluent* vers ceux qui ont une électricité négative, il en réſulte que l'atmoſphère électrique ne peut être formée que par le fluide électrique *effluent*, ou par le fluide électrique *affluent*, & plus particulièrement par cette portion de ce fluide dont l'air ambiant empêche la diſſipation.

Atmosphère des corps odoriférans. Toutes les ſubſtances odorantes, animales, végétales ou minérales ſont environnées d'une atmoſphère, formée par les effluves ou émanations qui s'échappent de ces corps. Si ces ſubſtances diverſes ſont une impreſſion ſur l'organe de l'odorat, à une certaine diſtance, ce ne peut être que par le moyen des effluves continuels qu'ils exhalent autour d'eux; car nul effet ſans cauſe, nulle impreſſion ſans mouvement produit. Or, à un éloignement du corps odoriférant, il n'y a que les écoulemens & émanations qu'il lance de tous côtés, qui puiſſent produire ſur l'organe un effet ſenſible. Mais le corps odorant, étant un centre duquel partent de tous côtés des rayons odoriférans, c'eſt-à-dire, des ſuites de corpuſcules qui lui ſont propres, il eſt de toute néceſſité qu'il ſoit environné d'une atmoſphère odorante, qui diminuera de vertu en raiſon inverſe du quarré des diſtances.

Le ſoufre, & les matières bitumineuſes étant frottés,

frottées, chauffées ou en fusion, ont une atmosphère très-sensible de loin ; il suffit, pour en être convaincu, d'avoir été dans des ports de mer, dans le temps qu'on gouderonne des vaisseaux. Les fleurs de plusieurs espèces de plantes, exhalent de tous côtés des émanations odorantes, dont on s'apperçoit sur-tout le matin & le soir, en entrant dans un parterre. L'ambre gris & le musc lancent de toutes parts des effluves odorans pendant plusieurs années, sans perdre sensiblement de leurs poids ; & à tout instant on peut reconnoître leur présence, même à une distance plus ou moins grande, selon les circonstances. *Voyez* ODEUR.

Atmosphère des végétaux. Les végétaux transpirent habituellement comme les animaux, & leur transpiration est même de beaucoup plus considérable qu'on ne seroit tenté de le croire, si les expériences les plus sûres ne le démontroient. On en a rapporté plusieurs au commencement de cet article ; il suffira d'ajouter ici, qu'en douze heures de jour, un petit pommier, élevé dans un vase, fournit par sa transpiration, neuf onces ou quinze pouces cubiques & demi d'eau. On peut voir dans la *statique des végétaux* de M. Hales, un grand nombre d'autres résultats de ce genre. Mais ces vapeurs, en grande partie aqueuse, qui s'échappent par la transpiration de tous les végétaux & de toutes les parties qui s'élèvent & se dissipent continuellement dans la masse de l'air, sont sans cesse remplacées par d'autres qui fournissent une nouvelle atmosphère. Il en est cependant une partie qui, par son adhérence à la superficie des plantes, y séjourne plus long-temps. Les fleurs des plantes odoriférantes, & même de plusieurs de leurs autres parties, ne permettent pas de douter de l'abondance des émanations qui sortent de la plupart des plantes. Elles sont même si sensibles, qu'on peut deviner de quelle espèce est une plante qu'on ne verroit pas, sans employer d'autre moyen que l'odorat, même à une certaine distance.

Atmosphère des animaux. Tous les animaux transpirent continuellement, & la quantité de matière perspiratoire qui sort à tout instant des pores de leur corps, est étonnante : Sanctorius qui, à dessein de la connoître, a resté trente ans dans une balance, a observé que sur huit livres de nourriture, il y en a cinq qui s'échappe par la transpiration insensible. Si on fait raser la tête d'un homme, qu'on le place près d'un mur blanchi, dans une chambre obscure qui reçoive par un seul trou les rayons du soleil, on verra sur le mur, la projection de l'ombre des vapeurs de la transpiration : on les appercevra encore mieux si on se sert d'un microscope solaire. Dans ce cas, on voit des fleuves de corpuscules qui s'élancent dans l'air avec une grande vitesse.

On sait que les chiens de chasse, doués d'un organe exquis, suivent à la piste le gibier, que tous les chiens même retrouvent leur maître, en distinguant les émanations qui sortent des corps animés. On verra des preuves de cette vérité, aux articles ODEUR, ÉMANATIONS, ODORAT, &c.

Lorsqu'un vent souffle, on ressent toujours plus de froid, quoique le thermomètre soit au même degré que dans d'autres circonstances où il ne fait pas de vent, & où la liqueur est au même point. Cet effet dépend uniquement du changement de l'atmosphère animale, que le vent enlève & dissipe à chaque instant; l'évaporation continuelle de cette espèce de fluide de dessous la surperficie du corps, produit ce froid ; & on doit la regarder comme une suite d'immersions du corps dans un bain qui se renouvelle successivement, c'est-à-dire, dans des atmosphères animales qui se succèdent rapidement les unes aux autres. *Voyez* encore POROSITÉ DES CORPS; VENT, THERMOMÈTRE, &c.

L'atmosphère des corps des animaux, & même celle des végétaux, prennent des accroissemens bien plus grands, lorsque ces substances sont dans un état de putréfaction. On voit alors les animaux accourir de toutes parts, avertis par les effluves & les émanations abondantes qui en exhalent. L'odeur va toujours en diminuant à mesure qu'on s'éloigne du corps, & elle a une intensité bien plus grande à une plus grande proximité. Mais dans ce cas, on ne peut regarder comme atmosphère que la portion plus dense des effluves, qui est autour du corps & qui partage ses mouvemens. Ce qui se dissipe au loin a appartenu auparavant à l'atmosphère avant la séparation, & en indique l'existence par voie de conséquence. Il faut en dire autant des émanations qui déterminent les chiens de chasse ; & de toutes celles qui s'échappent des corps odoriférans, des corps ignées & lumineux.

Atmosphère lunaire L'expression d'*atmosphère lunaire* désigne un fluide élastique qui enveloppe constamment le globe de la lune. L'analogie porte dabord à croire que la lune a une atmosphère comme la terre, & qu'il en est de même des autres planètes. Cependant les auteurs ne sont pas d'accord sur cet objet : plusieurs astronomes en prouvent l'existence, en disant que dans les éclipses totales du soleil, la lune paroît entourée d'un anneau lumineux parallèle à sa circonférence. Dans la grande éclipse de 1715, on vit l'anneau à Londres & ailleurs ; Wolf l'observa à Leipsick dans une éclipse de 1706, & la partie la plus voisine de la lune fut plus brillante que celle qui en étoit plus éloignée, circonstance que les astronomes françois observèrent également. Képler précédemment avoit rapporté qu'on avoit vu la même chose à Naples & à Anvers dans une éclipse de 1605. De ces phénomènes, il paroît résulter, disent-ils, qu'il y a autour du globe de la lune une atmosphère, c'est-à-dire, un fluide qui réfléchit les rayons du soleil en même temps qu'il les brise, & qui est d'autant plus rare, qu'il s'éloigne de la surface de la lune. Il y en a qui ont assuré avoir apperçu dans les éclip-

ses totales de soleil, immédiatement avant l'immersion un tremblement dans le limbe de la lune, avec une apparence de fumée claire qui se tenoit suspendue au-dessus durant l'immersion ; phénomènes qu'on remarque dans notre air quand il est chargé de vapeurs ; & phénomènes qu'on n'observe pas en d'autres temps dans la lune, lorsque son air est pur & transparent, de même qu'on ne les voye pas dans notre atmosphère, lorsqu'elle est exempte de vapeurs & d'exhalaisons.

On a encore ajouté que M. le Monnier a observé en 1736 & 1738, que l'étoile Aldébaran s'avançoit en plein jour un peu sur le disque éclairé de la lune, où cette même étoile disparut ensuite, après avoir entamé très-sensiblement le disque, & cela vers le diamètre horisontal de la lune.

On a observé souvent dans les éclipses d'étoiles ou de planètes par la lune, que l'astre éclipsé paroissoit tout entier pendant quelques secondes sur le disque éclairé de la lune. Or, ce phénomène, selon plusieurs, dépend de l'atmosphère de la lune. Cependant nous devons dire que M. Delisle l'attribuoit à l'inflexion des rayons lumineux qui rasent les bords de la lune, & qui en sont attirés ; il rapportoit aussi à la même cause les anneaux que l'on observe quelquefois autour du soleil dans les éclipses totales. M. de la Lande pense que c'est une simple illusion oblique, occasionnée par l'irradiation ou le débordement de lumière de la lune. L'atmosphère de la lune, dit-il, ne sauroit produire un effet si sensible ; car dans les éclipses de soleil on voit le bord de la lune très-net & très-bien terminé, à l'exception de quelques inégalités dans certaines parties de sa circonférence ; les taches de la lune sont toujours de la même couleur ; vénus, quand elle est éclipsée par la lune, ne change pas de forme & de couleur ; enfin on a vu dans une occultation de jupiter par la lune, que le bord de la lune paroissoit sur le bord même de jupiter. Néanmoins cet habile astronome ne rejette pas l'existence de toute atmosphère de la lune, il en admet une qu'il croit peu considérable & insuffisante pour faire paroître les étoiles sur le disque éclairé de la lune.

Il n'est guère possible maintenant de douter de la réalité d'une atmosphère lunaire, sur-tout depuis que M. Duséjour a démontré par les observations de l'éclipse de 1764, l'inflexion des rayons qui rasent les bords de la lune, inflexion qui est de quatre secondes & demie, & qu'on ne peut s'empêcher d'attribuer à une petite réfraction de l'atmosphère de la lune.

M. Huyghins qui croyoit que la lune n'avoit point d'atmosphère, disoit, pour prouver son opinion, 1°. qu'on ne voyoit jamais la surface de la lune couverte de nuages, comme cela arrive à la terre ; 2°. que les étoiles éclipsées par la lune, en disparoissant derrière son disque, ou en venant à reparoître, ne souffroient aucune réfraction sensible. M. de Mairan a répondu à la première de ces objections, (traité de l'aurore boréale, pag. 276) qu'indépendamment « de la différence qu'on seroit en droit de supposer entre l'air qui environne la terre, & celui de l'atmosphère lunaire, où les particules d'eau ne sauroient peut-être se soutenir, il y a des pays sur le globe terrestre, tels que le Pérou & de grandes contrées d'Afrique, où il ne pleut jamais, & qu'on ne voit point chargés de ces nuages qui sont ailleurs les avant-coureurs de la pluie. Les vapeurs élevées par la chaleur du soleil pendant le jour, y retombent en forme de rosée pendant la nuit. Un observateur placé sur la lune, seroit-il fondé d'en conclure qu'il n'y a point d'atmosphère pour toutes ces parties de la terre..... Ajoutez enfin que le soleil, dardant ses rayons près de quinze de nos jours de suite sur le même hémisphère de la lune, il y doit prodigieusement atténuer les vapeurs & les exhalaisons qui s'élèvent de sa surface, en dissiper les petits amas à mesure que sa lumière gagne la partie qui va nous devenir visible, & n'y rien laisser d'opaque pour le spectateur qui la voit de la terre. N'est-ce point à quelqu'un de ces petits amas de vapeurs qui n'étoit pas encore dissipé, qu'il faut attribuer cette traînée de lumière rougeâtre que M. Bianchi apperçut dans l'intérieur de la tache de Platon, le 16 août 1725, une heure & demie après le coucher du soleil, avec une lunette de Campani, de 150 palmes romains ? Car la lune venoit d'atteindre son premier quartier le jour précédent, & la tache de Platon, ainsi que cette traînée rougeâtre, dirigée en ligne droite à l'opposite du soleil, portoient sur les confins de la lumière & de l'ombre du disque de la lune. Or, de quelque manière qu'on imagine que les rayons du soleil, qui se levoient alors sur l'horison de cette tache, y ayent pénétré, soit par une ouverture ou par un trou de ses bords montagneux, & en vertu d'une espèce de réfraction ou de diffraction, comment s'y seroient-ils rendus visibles & colorés, s'ils n'y avoient trouvé une atmosphère ou des vapeurs qui supposent une atmosphère ?

Quant à la seconde objection, remarquez que vraisemblablement la matière réfractive de l'atmosphère terrestre est quelque chose de différent de l'air, & que cette matière ne s'étend, selon d'habiles astronomes, qu'environ 2000 toises au-dessus de la surface de la terre, ce qui ne fait pas la 3000me partie de son diamètre. Donc toutes proportions gardées entre le globe lunaire & le globe terrestre, en supposant la partie inférieure de l'atmosphère de ces deux globes semblablement douée d'une vertu réfractive & de même force ; supposition d'ailleurs très-gratuite, cette partie n'occupera pas au-dessus de la surface de la lune un 3000me de son diamètre. Or, tout le disque de la lune ne mettant qu'environ une heure à passer devant une étoile fixe, il suit que son bord refringent, & toute la matière qui en fait l'épaisseur,

n'y employera que la 3600me partie d'une heure, ou environ une seconde ; ce qui fait, comme on voit, un temps trop court pour s'appercevoir des réfractions, à moins que quelque hazard, ou des circonstances favorables ne s'y mêlent. Enfin, sans prétendre pourtant presser beaucoup cette preuve, il est de fait qu'on a vu quelquefois des étoiles qui sembloient entrer sur le disque de la lune, quelques momens avant que d'en être éclipsés, & qui par conséquent paroissoient souffrir une réfraction dans ce passage. On en a vu d'autres se colorer de rouge à une approche semblable, & c'est aussi ce qui arriva à la planète de vénus en 1715.»

Nous ajouterons ici que le P. Boscovich dans sa dissertation *de lunæ atmosphærâ*, a prouvé que la lune pourroit avoir une atmosphère aussi dense que l'eau, sans qu'il fût possible de s'en appercevoir, & que cette atmosphère pourroit bien être la cause qui empêche de distinguer les montagnes sur le bord de la lune, tandis qu'on les voit distinctement sur son disque. On peut voir aussi ce que dit le P. Frisi, dans sa dissertation *de atmosphærâ corporum cœlestium*, qui remporta le prix de l'académie en 1758. Le célèbre Euler a aussi prouvé l'existence de l'atmosphère de la lune par les éclipses de soleil. Voyez les mémoires de l'académie de Berlin année 1748, pag. 103.

Non-seulement il y a dans la lune des montagnes & des vallées, mais encore des mers, d'où il doit s'élever des vapeurs propres à former une atmosphère autour de la lune. Il y a des montagnes; on est venu à bout même d'en mesurer la hauteur ; on en a trouvé une qui avoit environ trois lieues de hauteur. De plus, on y apperçoit de grands espaces dont la superficie est unie, & qui réfléchit moins de lumière que d'autres ; or, cet effet est propre aux surfaces des fluides qui, à cause de leur transparence, transmettant la plus grande partie de la lumière qui tombe sur eux, ne peuvent la réfléchir abondamment comme les corps solides. Or, de vastes mers doivent produire une grande évaporation de parties aqueuses, & conséquemment former une atmosphère.

ATMOSPHÈRE DES PLANÈTES. On ne peut douter qu'autour de la terre il n'y ait une atmosphère; la lune a sûrement une atmosphère, quoique peut-être moins considérable que celle de la terre ; les autres planètes ressemblent si fort à la terre, qu'il est bien difficile de ne pas se persuader qu'elles ne soient enveloppées d'une atmosphère comme la terre. Les taches variables qu'on apperçoit sur la planète de jupiter, ne semblent-elles pas prouver qu'elle a une atmosphère changeante. Il en seroit probablement de même de saturne, si la grande distance de cette planète ne nous empêchoit d'y appercevoir des taches variables.

Mars, le premier octobre 1672, ayant éclipsé l'étoile moyenne dans l'eau du verseau, M. Roëmer, qui chercha avec beaucoup d'attention autour de mars cette étoile quelque temps après son émersion, ne la trouva qu'au bout de deux minutes & lorsqu'elle étoit déja éloignée du bord oriental de mars des deux tiers de son diamètre ; & il ne commença à la voir sans difficulté, que quand elle fut éloignée de mars des trois quarts de son diamètre. Cette difficulté de voir cette étoile, qui est de la cinquième grandeur, très-proche de mars, a fait conclure avec raison que cette planète est environnée d'une atmosphère, & cela, d'autant plus, qu'il n'y a pas la même difficulté à voir des étoiles de la même grandeur même jusqu'au bord de la lune. Voyez les anciens mémoires de l'académie des sciences de Paris, Tome VII, pag. 359.

Plusieurs astronomes ont observé des anneaux lumineux autour de vénus & de mercure dans le passage de ces planètes sur le soleil. On en vit un à Montpellier dans le passage de mercure en 1736, & cet anneau continua de paroître six à sept secondes après que la planète fut totalement sortie de dessus le disque du soleil. M. de Fouchy, M. le Monnier, M. Chappe, M. Wargentin, ont aussi vu cet anneau autour de vénus. Voyez les mémoires de l'académie des sciences de Paris, année 1761, pag. 365. Le grand Cassini, fondé sur plusieurs observations astronomiques, a aussi admis des atmosphères autour des planètes.

Le père Béraud, astronome de l'académie de Lyon, vit pendant le passage de mercure sur le disque du soleil du 6 mai 1753, un anneau lumineux autour de cette planète durant tout le temps qu'elle fut sur le soleil, c'est-à-dire, pendant cinq heures. (*voyez* ANNEAU *de mercure*) Or, cet anneau depend très-probablement de l'atmosphère de mercure qui absorbe ou intercepte une portion des rayons du soleil.

Ajoutons que les planètes étant des corps opaques & ronds comme notre globe ; de la terre & des mers qui y sont, il doit s'élever des exhalaisons & des vapeurs propres à former une atmosphère. Il en est de même des comètes. *Voyez* COMÈTES.

ATMOSPHÈRE DU SOLEIL. Le soleil est un grand corps de lumière qui a une atmosphère comme toutes les masses lumineuses qui brillent à nos yeux. L'atmosphère solaire est une matière lumineuse par elle-même, ou seulement éclairé par les rayons du soleil qui environne le globe de cet astre On l'apperçoit toujours autour du globe du soleil, dans ses éclipses totales pendant qu'il est caché par celui de la lune. La plupart des physiciens & des astronomes pensent que la lumière zodiacale n'est autre chose que l'atmosphère solaire. *Voyez* ZODIACALE. C'est à cette atmosphère du soleil que nous sommes redevables de n'être pas plongés dans une nuit profonde pendant les éclipses totales de soleil. Képler même a donné cette raison : *substantia crassa circa solem, non hiis in nos-*

tro aere, sed in ipsâ sede solis, apparetque etiam tecto sole ut flamma circulariter emicans. (Epitom. astr. copern. lib. VI. p. 895.) Et cette raison est fondée sur ses observations & celles qu'on avoit faites généralement de son temps : ainsi on ne sauroit douter de l'existence de l'atmosphère solaire, anciennement visible comme elle l'est à présent dans les circonstances qui en favorisent l'apparition.

L'atmosphère du soleil, selon M. de Mairan, s'étend quelquefois jusqu'à plus de 30 millions de lieues : lorsque les dernières couches de l'atmosphère solaire ne sont pas éloignées de plus de 60 mille lieues de la terre, il pense qu'elles tombent alors vers notre globe en vertu de la gravitation mutuelle des corps, la matière lumineuse de l'atmosphère solaire se précipitant en assez grande quantité dans l'atmosphère terrestre, doit y causer des aurores boréales. Mais cette grande étendue n'est donnée à l'atmosphère du soleil, que par le besoin du systême, & aucune preuve ne peut en être donnée. On peut voir au mot *aurore boréale* ce qu'il faut penser de l'hypothèse de M. Mairan.

Cet auteur qui fait jouer le plus grand rôle possible à l'atmosphère solaire, croit encore que les queues des comètes résultent de la partie de l'atmosphère solaire dont les comètes se sont chargées, & qu'elles ont entraînée avec elles en approchant de leur périhélie.

Atmosphère des Étoiles. Les étoiles étant autant de soleils, on ne sera pas surpris que ces astres lumineux par eux mêmes, ayent une atmosphère comme le soleil. Plusieurs astronomes ont observé autour de quelques étoiles des espèces d'atmosphères ; par exemple, Huyghens découvrit en 1656, un espace lumineux autour de la nébuleuse d'orion ; cette clarté de figure irrégulière étoit moins bleue & moins foncée que le reste du ciel. Cette espèce d'atmosphère, celle de quelques autres étoiles, ainsi que l'atmosphère du soleil, sont sujettes à des changemens considérables. M. Huyghens dit que ce n'est qu'avec de très-grandes lunettes qu'on peut les observer. Mrs. Picard, Godin, Fouchy & plusieurs autres astronomes ont observé ce phénomène. M. de Mairan a vu auprès de l'espace lumineux d'orion, l'étoile D de M. Huyghens, environnée d'une clarté toute semblable à celle que produiroit, sans doute, l'atmosphère du soleil, si elle devenoit assez dense & assez étendue pour être visible avec des lunettes à une pareille distance.

ATMOSPHÉRIQUE ; c'est l'épithète que l'on donne à tout ce qui a rapport à l'atmosphère. *Voyez* Atmosphère, & ses différentes espèces.

Atmosphérique. (*Air*) *Voyez* Air ; & Composition de l'air, Atmosphère.

Atmosphérique. (*Gaz*) *Voyez* Gaz Atmosphérique ; c'est le nom que quelques uns donnent à l'air atmosphérique ; *Voyez* Air, Atmosphère.

ATOMES. Plusieurs philosophes anciens & quelques physiciens modernes, ont donné le nom d'*atomes* à de petits corpuscules indivisibles qui, selon eux, étoient les élémens des corps : les atomes étant insécables & indivisibles, devoient être de la plus grande dureté ; on peut voir à l'article Divisibilité *de la matière*, ce qu'il faut penser de cette opinion, & si les particules les plus petites de la matière peuvent être ou n'être pas divisées à l'infini ; car si elles sont divisibles à l'infini, les *atomes* n'existent pas. Voyez à l'article Atomisme, l'exposition du systême de ceux qui ont admis la réalité des *atomes*.

Atomes ; ce nom désigne encore tout petit corps sensible à la vue dans certaines circonstances : ainsi on appelle *atomes* cette multitude innombrable de petits grains de poussière qu'on voit flotter & voltiger en l'air dans une chambre fermée, dans laquelle on fait passer un seul rayon du soleil.

ATOMISME. Par cette expression on entend le systême de physique corpusculaire qu'ont soutenu un grand nombre de philosophes anciens & quelques savans modernes. Posidonius fait remonter l'origine du dogme des atomes à Moschus le phénicien, avant la guerre de Troye. Pythagore paroît avoir appris cette doctrine en Orient ; & Ecphantus, célèbre pythagoricien, a témoigné (*apud stapœum*) que les unités dont Pythagore disoit que tout est composé, n'étoient que des atomes ; ce qu'Aristote assure aussi en divers endroits. Empédocle disoit de même que la nature de tous les corps ne venoit que *du mélange & de la séparation des particules*, & quoiqu'il admît les quatres élémens, il prétendoit que ces élémens étoient eux mêmes composés d'atomes ou de corpuscules. Ce n'est pas sans raison que Lucrèce loue si fort Empédocle, puisque sa physique est à plusieurs égards la même que celle d'Epicure. Pour Anaxagore, quoiqu'il fût atomiste, il avoit un sentiment particulier, qui est que chaque chose étoit composée des atomes de son espèce, les os, d'atomes d'os, les corps rouges d'atomes rouges, &c.

La doctrine des atomes n'a été proprement réduite en systême que par Leucippe & Démocrite ; c'est ce qui a fait que Diogène-Laërce & plusieurs autres auteurs les en ont regardés comme les inventeurs. « Leucippe, dit Aristote, & son compagnon Démocrite, disent que les principes de toutes choses sont le *plein* & le *vuide*, le corps & l'espace, dont l'un est quelque chose, & l'autre n'est rien, & que les causes de la variété des autres êtres sont ces trois choses, la figure, la disposition & la situation. »

Si on veut avoir une idée complette de l'*atomisme* ou systême des *atomes*, chez les anciens, il faut lire le fameux poème de Lucrèce ; en voici un précis. Le monde est nouveau, mais la matière dont il est composé est éternelle. Il y a toujours eu une quantité immense & infinie d'atomes ou

de corpuscules durs, crochus, quarrés, oblongs & de toutes sortes de figures ; tous indivisibles, tous en mouvement & faisant effort pour avancer ; tous descendant & traversant le vuide ; s'ils avoient toujours continué leur route de la sorte, il n'y auroit jamais eu d'assemblages, & le monde ne seroit pas : mais quelques-uns allant de côté, cette légère déclinaison en serra & accrocha plusieurs ensemble : de-là se sont formées diverses masses, un ciel, un soleil, une terre, un homme, une intelligence & une sorte de liberté. Rien n'a été fait avec dessein ; les jambes n'ont pas été faites pour porter le corps & pour marcher ; les doigts n'ont pas été pourvus d'articulations pour saisir les objets, ni la bouche garnie de dents pour broyer les alimens, ni les yeux si bien organisés pour voir ; mais nous faisons usage de ce que nous trouvons capable de nous rendre service. Le tout s'est fait par hasard ; tout se continue de même, & les espèces se perpétuent encore par hasard.

Ce systême est un tissu d'absurdités révoltantes, victorieusement réfutées par plusieurs auteurs, & entr'autres par le Cardinal de Polignac dans son anti-Lucrèce ; voyez aussi l'histoire du ciel par Pluche : cet article est abrégé de M. Formey.

Gassendi & quelques modernes ont admis les atomes de Leucipe, de Démocrite & d'Epicure, mais ils ont réformé ce systême vicieux, & en ont banni les absurdités que réprouvent la saine raison. L'illustre Gassendi, parmi nous, est le premier & le plus fameux des *atomistes* modernes. Voyez la notice historique de GASSENDI dans ce dictionnaire. Bernier a été un de ses principaux disciples, & a présenté dans un ouvrage un précis de ce qui se trouve de relatif à cet objet dans les œuvres de Gassendi. Dans cet *atomisme* moderne, les atomes ne sont plus éternels, ni mis au hasard ; ils ont été produits & dirigés par l'intelligence infinie qui a créé l'univers. Voyez encore l'article CORPUSCULAIRE.

ATONIE ; ce mot est d'origine grecque, il est composé d'*à* privatif & du mot tendre ; il signifie donc *défaut de tension*, *relâchement*, *foiblesse*, & s'applique aux solides du corps humain. L'*atonie*, comme cause de maladie, se traite par les toniques, tels que les astringens, les apéritifs, &c. ; comme suite des maladies, de la fatigue, &c. on la traite par le repos & la diète restaurante. Comme on se sert de ce mot dans la physique du corps humain, quoiqu'il appartienne plutôt à la médecine, il a été à propos de le définir.

ATROPHIE, c'est la maigreur extrême de tout le corps, (*marasmus tabes.*)

ATTELIER DU SCULPTEUR. C'est une des nouvelles constellations que M. l'abbé de la Caille a ajoutées à celles de l'hémisphère méridional qui étoient connues avant lui ; elle est composée d'un escabellon qui porte un modèle, & d'un bloc de marbre sur lequel on a posé un maillet & un ciseau ; sa place est près du tropique du capricorne, sous la queue de la baleine, au-dessous du phœnix. Voyez les *mémoires de l'Académie* 1752.

ATTÉNUATION, *action d'atténuer un fluide*, c'est-à-dire, de le rendre plus liquide & moins épais qu'il n'étoit.

Chauvin définit plus généralement l'*atténuation*, l'action de diviser ou de séparer les plus petites parties d'un corps, qui auparavant formoit une masse continue par leur union intime ; c'est pour cette raison que les Alchimistes se servent quelquefois de ce mot, pour exprimer la pulvérisation, c'est-à-dire, l'action de réduire un corps en une poudre impalpable, soit en le broyant, soit en le pilant, &c.

ATTRACTION NEWTONIENNE, est l'effet d'une puissance par laquelle chaque corps & même chaque particule de matière tend vers une autre portion de matière ; c'est une tendance pour s'approcher, soit que la puissance qui le produit soit inhérente aux corps mêmes, soit qu'elle consiste dans l'impulsion d'un agent extérieur, soit qu'elle dépende d'une loi primitive établie par le Créateur.

Les anciens ont eu une idée générale de l'attraction : Anaxagore, Démocrite, Epicure & quelques autres ont admis cette tendance de la matière vers des centres communs sur la terre & ailleurs. Copernic a attribué la rondeur des corps célestes à l'attraction de leurs différentes parties. Tycho-Brahée a soutenu la réalité d'une force centrale dans le soleil, pour retenir les planètes dans leurs orbites autour de lui. Képler a admis une attraction générale & réciproque, & a assuré que l'attraction du soleil s'étendoit jusqu'à la terre, & à toutes les planètes, que celle de la terre s'exerçoit sur la lune comme sur tous les corps terrestres ; il explique aussi très-bien les marées par l'attraction de la lune sur l'Océan. Fermat, Bacon, Galilée, Hévelius, Roberval & Hook ont également reconnu une attraction universelle. Ce dernier sur-tout, au commencement de son *systême du monde*, parle de l'attraction mutuelle de tous les corps célestes, laquelle combinée avec le mouvement en ligne droite qu'ils ont reçu, leur fait décrire une courbe rentrante ; attraction qui est d'autant plus grande, que les corps attirans & attirés sont plus proches. « Pour ce qui est, dit-il, de la *proportion* » suivant laquelle ces forces (attractives) diminuent à mesure que la distance augmente, j'avoue » que je ne l'ai pas encore vérifiée. »

Il étoit réservé à Newton de faire ce dernier pas, & de découvrir la loi selon laquelle l'attraction décroît. Grégori & M. Dutemps prétendent que Pythagore l'avoit trouvée, mais certainement elle étoit généralement oubliée ; il falloit donc la découvrir de nouveau, & sur-tout la démontrer.

Pemberton, ami de Newton, décrivant l'histoire

de cette découverte, dit que les premières idées sur les loix de l'attraction universelle se présentèrent à l'esprit de cet illustre géomètre, en 1666, lorsqu'il eut quitté Cambridge, à l'occasion de la peste. Se promenant seul dans un jardin, & méditant sur la pesanteur & sur ses propriétés, il observa que cette force ne diminue pas sensiblement, quoiqu'on s'élève au sommet des plus hautes montagnes, qu'il en seroit de même plus haut & probablement jusqu'à la lune. Mais si cela est, disoit-il, il faut que cette pesanteur influe sur le mouvement de la lune, peut-être sert-elle à retenir la lune dans son orbite? & quoique la force de la gravité ne soit pas sensiblement affoiblie par un petit changement de distance, tel que nous pouvons l'éprouver près de la surface de la terre, il est très-possible que dans l'éloignement où se trouve la lune, cette force soit fort diminuée. « Pour parvenir à estimer quel pouvoit être la quantité de cette diminution, Newton songea que si la lune étoit retenue dans son orbite par la force de la gravité, il n'y avoit pas de doute que les planètes principales ne tournassent autour du soleil en vertu de la même puissance. En comparant les périodes des différentes planètes avec leurs distances au soleil, il trouva que si une puissance semblable à la gravité les retenoit dans leurs orbites, sa force devroit diminuer en raison inverse du quarré de la distance. Il supposa donc que le pouvoir de la gravité s'étendoit jusqu'à la lune, & diminuoit dans le même rapport, & il calcula si cette force seroit suffisante pour retenir la lune dans son orbite. »

Newton, faisant ses premiers calculs, supposa avec les géographes & les marins de ce temps, que la valeur d'un degré de latitude sur la terre, n'étoit que de soixante milles d'Angleterre, mais cette estime commune étant défectueuse, le calcul ne lui donna point le résultat qu'il attendoit, & il abandonna cette recherche. Mais ayant repris ensuite ses premières idées sur la pesanteur, après la mesure du degré de la terre, que M. Picard venoit de faire en France, & employant cette nouvelle évaluation, il trouva que la lune étoit retenue dans son orbite par le seul pouvoir de la gravité; d'où il suivroit que cette gravité diminuoit en s'éloignant du centre de la terre, de la même manière qu'il l'avoit auparavant conjecturé. « D'après ce principe, Newton trouva que la ligne décrite par la chûte d'un corps, étoit une ellipse dont le centre de la terre occupoit un foyer; or, les planètes principales décrivent aussi des ellipses autour du soleil; il eut donc la satisfaction de voir que cette solution, qu'il avoit entreprise par pure curiosité, pourroit s'appliquer aux plus grandes recherches. En conséquence il composa une douzaine de propositions relatives au mouvement des planètes principales autour du soleil. Plusieurs années après, le docteur Halley étant allé voir Newton à Cambridge, l'engagea dans la conversation, à reprendre ses méditations sur ce sujet, & fut l'occasion du grand ouvrage des *principes*, qui parut en 1687. » On peut ajouter que Newton avoit dès-lors sous les yeux plusieurs indications de cette *attraction*, non-seulement les ouvrages de Roberval, de Hook & de plusieurs autres, mais encore la diminution du pendule, observée à Cayenne, par M. Richer, en 1672, l'aplatissement de jupiter, observé par Cassini, la libration de la lune, observée par Horoccius, &c.

Après avoir rapporté l'histoire de cette brillante découverte, il est nécessaire d'expliquer d'une manière particulière ce qu'on entend par le mot d'attraction universelle, d'en montrer la possibilité; d'en prouver l'existence, & d'en déterminer les loix.

Quelques Newtoniens Anglois, & parmi nous M. de Maupertuis, ont pensé que l'attraction qui est une tendance d'un corps vers un autre, étoit une propriété de la matière, qu'elle lui étoit aussi inhérente & intrinsèque que l'impénétrabilité, la figure, la divisibilité, &c., que cette propriété n'est pas moins concevable que les autres.

Il y en a qui ont cru que l'attraction étoit produite par une cause impulsive, par un fluide, par le mouvement des atômes, &c. Newton, dans un endroit de son fameux livre des *principes*, (liv. 1. pag. 147) assure qu'il considère les forces centripètes, comme des attractions, quoique peut-être elles ne soient, physiquement parlant, que de véritables impulsions; & à la fin de son traité d'optique, il dit : « Je n'examine point ici qu'elle peut être la cause de ces *attractions*; ce que j'appelle ici *attraction* peut être produit par impulsion ou par d'autres moyens qui me sont inconnus. Je n'emploie ici ce mot *attraction*, que pour signifier en général une force quelconque, par laquelle les corps tendent réciproquement les uns vers les autres, quelle qu'en soit la cause. » M. Lesage, de Genève, a également soutenu que l'attraction provenoit de l'impulsion d'un fluide, dans son *essai de chimie mécanique*, couronné par l'académie de Rouen, & dans sa lettre insérée dans le mercure de mai 1756.

Mais le plus grand nombre des Newtoniens regarde l'attraction comme l'effet d'une loi universelle, établie par le créateur, comme un fait général dont l'existence est prouvée par un grand nombre de phénomènes certains; & cette loi est un premier principe comme l'impulsion en est un; ni l'une ni l'autre ne suffit seule; toutes les deux doivent être admises comme des loix primitives, qui dépendent immédiatement d'une volonté permanente de l'être suprême. C'est dans ce sens que le plus grand nombre des physiciens modernes, des astronomes & des géomètres entend l'attraction newtonienne.

L'idée qu'on doit attacher au mot d'*attraction*,

étant déterminée, il faut d'abord en montrer la possibilité. Pour cet effet, considérons l'attraction du côté du créateur & du côté des corps, & nous ne verrons aucune contradiction sous ces deux rapports. Dieu a établi librement les loix de la nature par lesquelles l'univers entier est régi ; il a pu conséquemment statuer que l'attraction seule, ou l'impulsion seule, ou l'attraction & l'impulsion, seroient les grands mobiles de l'univers ; l'une n'est pas moins possible que l'autre. Comme l'être-suprême a voulu que la cause occasionnelle du mouvement d'un corps fût le choc ou impulsion d'un autre corps, de même il ne répugne pas qu'il ait voulu qu'un corps fût mû à l'occasion de la co-existence d'un autre corps ; car, on ne sauroit dire que l'impulsion d'un corps a plus de vertu pour produire le mouvement dans le corps qui en reçoit le choc, que n'en a la co-existence de ce corps. Si cela avoit lieu, ce seroit sans doute à cause de l'impénétrabilité du corps qui reçoit l'impulsion de celui qui vient le heurter ; mais ce dernier ne pouvoit-il pas être réfléchi avec tout son mouvement ? Est-ce que celui qui a établi les loix du choc des corps, ne pouvoit pas décerner celle de la réflexion dont nous venons de parler plutôt que celles de la communication du mouvement ?

L'attraction ne répugne pas davantage du côté des corps, car toutes les substances matérielles sont parfaitement indifférentes pour être mues par attraction ou par impulsion. Elles sont indifférentes pour le repos & pour le mouvement, de même pour tel ou tel mouvement, pour un mouvement avec une cause occasionelle ou avec une autre.

La meilleure manière de prouver l'existence d'une cause, c'est d'établir celle de ses effets. Or, l'existence de l'attraction, même à de grandes distances, comme celles qui ont lieu entre les corps célestes, est démontrée par une multitude d'effets bien constatés. On peut, avec M. de la Lande, les réduire à quinze, dont on trouvera le développement dans sa grande astronomie à laquelle nous renvoyons ; & avant d'en faire une énumération succinte, il est à-propos de remarquer que chacun de ces quinze phénomènes fournit une preuve certaine de cette attraction universelle.

I. Le flux & le reflux de la mer qui fournit, dit-il, deux fois le jour la preuve la plus palpable & la plus frappante pour tous les yeux de l'attraction lunaire, & dont tous les phénomènes s'accordent réellement avec le calcul des attractions du soleil & de la lune. *Voyez* l'article FLUX & REFLUX DE LA MER.

II. Les inégalités de la lune qui dépendent visiblement du soleil. Ces inégalités que l'observation seule a fait découvrir, sont au nombre de quatre principales, sans compter le mouvement de l'apogée de la lune, & le mouvement du nœud : la première est l'équation de l'orbite, la seconde est l'érection, la troisième est la variation, la quatrième est l'équation annuelle. Il y a d'autres petites équations que la théorie de l'attraction a fait connoître.

III. Le mouvement des planètes autour du soleil avec la loi que les cubes des distances sont comme les quarrés des temps. On sait par les observations astronomiques, que les vitesses des planètes autour du soleil, & celles des satellites autour de leurs planètes principales, sont en raison inverse des racines quarrées de leurs distances respectives au soleil & aux planètes principales, & que leurs temps périodiques sont comme les racines quarrées des cubes de leurs distances moyennes. Mais il est prouvé qu'une pesanteur variable en raison inverse du quarré des distances est nécessaire, pour que cette loi des vitesses & des temps soit observée. L'existence de l'attraction newtonienne est donc par cela même mise hors de tout doute.

IV. La figure elliptique des orbites de la lune autour de la terre, & de toutes les planètes, & même des comètes autour du soleil.

V. La précession des équinoxes, qui est de 50 secondes par an, & qui est produite par l'action du soleil & de la lune sur la partie de la terre que l'on conçoit relevée vers l'équateur du sphéroïde.

VI. La nutation de l'axe de la terre qui est un mouvement apparent de 90 secondes, observé dans les étoiles, dont la période est de dix-huit ans ; cette nutation est encore produite par l'attraction de la lune sur le sphéroïde de la terre.

VII. Les inégalités que jupiter, saturne, & toutes les planètes éprouvent dans leurs différentes positions ; inégalités produites par l'attraction des autres planètes dans des directions différentes & avec des forces qui varient sans cesse.

VIII. Les inégalités prodigieuses de la comète de 1759, dont la dernière révolution s'est trouvée de 585 jours plus longue que la précédente, suivant le calcul des attractions de jupiter & de saturne. *Voyez* COMÈTE, TOURBILLON.

IX. L'aplatissement de jupiter & de la terre. L'aplatissement de la terre, en vertu des loix de l'attraction, a dû être de $\frac{1}{230}$, si le globe a été homogène & fluide dans le principe ; quantité qui ne diffère pas beaucoup de celle que l'observation & les mesures ont donnée, & qui n'en diffère qu'à cause de la densité de la terre, plus grande vers le centre qu'à la surface.

X. L'attraction des montagnes sur le pendule. On sait que par plusieurs observations directes, MM. Bouguer & la Condamine, trouvèrent en 1737, près de

Chimboraco, au Pérou, que le fil à plomb du quart de cercle, éprouvoit une déviation de 8 secondes par l'attraction de la masse de cette montagne. *Voyez* ATTRACTION DES MONTAGNES.

XI. Le changement de latitude & de longitude des etoiles fixes dont on évalue très-bien la quantité par le calcul, d'après la théorie de l'attraction.

XII. La diminution de l'obliquité de l'écliptique ou orbite de la terre; les points de l'écliptique situés vers le solstice d'été, se sont rapprochés de l'équateur, ainsi qu'il conste par les observations des modernes, comparées avec celles des anciens astronomes, & ce déplacement est un effet de l'attraction, ainsi qu'il est prouvé par les calculs des plus célèbres géomètres.

XIII. Les mouvemens des apsides des planètes, sur-tout de l'apogée de la lune, qui s'observe incontestablement dans le ciel.

XIV. Le mouvement des nœuds de toutes les planètes, sur-tout des nœuds de la lune, qui est si considérable & si sensible, que dans neuf ans, l'orbite de la lune se renverse, & qu'elle passe à dix degrés des étoiles qu'elle couvroit auparavant.

XV. Les inégalités des satellites de jupiter, qui résultent des attractions réciproques de ces satellites. Le changement singulier & alternatif des inclinaisons du second & troisième satellite, par exemple, ne peut-être absolument expliqué, si on n'a recours à l'attraction mutuelle; il en est de même des inégalités périodiques du premier & du second satellite, ainsi que du mouvement de leurs nœuds.

Ces différens phénomènes, dont l'observation la plus constante démontre l'existence, s'expliquent très-bien par les loix de l'attraction, & sont absolument inconciliables dans les autres systêmes qui ont été imaginés, même dans celui des tourbillons de matière subtile. Ces phénomènes resultent si bien des principes de l'attraction, que plusieurs, soit en eux-mêmes, soit dans leurs circonstances principales, ont été tellement déduits du calcul, qu'on les a annoncés d'avance, & qu'ils ne paroissent être que des conséquences rigoureuses qui résultent nécessairement des principes. Peut-on raisonnablement penser que cet accord merveilleux qui se trouve entre les observations d'un côté, & les calculs de l'autre; que cet accord complet, constant & toujours soutenu jusque dans les plus petits détails, soit un effet du hasard. Si cette doctrine n'étoit pas la véritable, comme elle ne différeroit en rien de celle qui l'est réellement & qu'on supposeroit n'être pas connue, il n'y auroit aucun inconvénient à l'admettre & à la regarder comme la vérité même.

1°. On ne sauroit révoquer en doute la tendance de tous les corps graves vers le centre de la terre, mais cette tendance ou pesanteur est un effet de l'attraction. La pesanteur ne peut être produite que par l'attraction ou par la matière subtile; mais cette dernière ne peut être cause de la pesanteur; car, dans ce cas, la gravité des corps ne seroit pas proportionnelle à leur densité, comme elle l'est en effet; elle ne suivroit que la raison de leurs surfaces, & un corps auroit plus de pesanteur qu'un autre lorsque sa superficie seroit plus grande, parce que la matière subtile dont l'impulsion seroit la cause primitive de la pesanteur, étant un fluide & devant suivre les lois des fluides, dont les pressions & impulsions sont comme les surfaces des corps choqués, les corps qui auroient des superficies plus grandes, éprouveroient des impulsions plus nombreuses; d'où résulteroit une plus grande pesanteur, ce qui est démenti par l'expérience.

2°. Il est certain, par une multitude d'observations, que la vîtesse des corps dans leur chûte est accélérée uniformément; mais on ne peut concevoir cette accélération uniforme sans l'attraction, & avec le seul secours de la matière subtile, car celle-ci ne peut agir avec la même force sur les corps graves pendant tout le temps de leur chûte, puisque les graves, dans le second instant de leur chûte, par exemple, résistent moins à l'impulsion de la matière subtile, que dans le premier, à cause que leur chûte est plus rapide par l'accélération qui a lieu. Il en est de même du troisième instant, du quatrième instant, & ainsi de suite, comparés aux instans précédens.

Au contraire, en admettant l'attraction, tout s'explique parfaitement. La pesanteur n'est point proportionnelle aux surfaces; les corps qui ont de plus grandes superficies, ne sont pas plus attirés que ceux qui en ont moins, la gravité étant une puissance qui pénètre intimément la substance des corps, qui affecte leurs parties internes avec la même force que les externes. D'un autre côté, les graves en tombant, éprouvent toujours la même action de la part de la force attractive, dans le second comme dans le premier instant de leur chûte, dans le troisième, le quatrième, &c., comme dans le premier & le second, & conséquemment leur mouvement peut être accéléré selon la suite des nombres impairs.

3°. Les parties du globe de la terre, celles de la lune & des autres planètes, gravitent vers leurs centres respectifs, ou en d'autres termes sont attirées par eux; car sans cette tendance constante, toutes ces parties seroient dissipées par leurs forces centrifuges; en tournant sur leurs axes, ces parties se détacheroient les unes des autres & s'échapperoient par la tengente. Les eaux de la mer, les terres, les sables, les animaux, & tous les corps qui sont sur la superficie de notre globe, obéissant à la force centrifuge, s'éloigneroient avec une grande rapidité de

de la terre & se dissiperoient dans le vaste espace qui nous environne. L'air lui-même, cette atmosphère qui enveloppe notre globe, à cause de sa grande fluidité, obéiroit le premier à cette force qui tendroit à l'éloigner de la terre : il en seroit de même dans les autres planètes ; & l'ordre admirable qui règne dans l'univers seroit troublé & entièrement confondu, si cette attraction, cette gravitation, cette pesanteur universelle n'étoit l'ame du monde, le grand & puissant ressort qui anime toute la machine. Car si cette attraction universelle règne, si toutes les parties qui composent le globe des planètes, & en particulier celui de la terre, sont toutes soumises à une tendance réciproque, à une attraction vers leurs centres particuliers, les forces centrifuges sont contrebalancées par les forces centripètes ou attractives ; tous les corps restent unis à la masse des planètes, quoique circulantes ; les eaux, les terres, les animaux, retenus par la force attractive, ne s'échapperont jamais par les tangentes aux courbes de rotation & de révolution, comme l'observation la plus constante le démontre.

4°. Les planètes n'ayant pas seulement un mouvement de rotation autour de leur axe, mais encore un mouvement de révolution autour du soleil ou de leurs soleils respectifs, & les satellites autour de leurs planètes principales ; il s'ensuit encore que ce second mouvement de circulation produiroit les mêmes inconvéniens dont nous venons de parler, & que la force centrifuge entraîneroit tous les corps qui sont sur la surface de la terre & les dissiperoit par la tangente ; & qu'ensuite toutes les parties de chaque globe planétaire circulant ainsi, s'échapperoient successivement de la masse restante, jusqu'à ce que la dissipation fût totale ; ou même que la masse totale d'une planète ou d'un satellite suivroit la tangente. Le soleil & les étoiles éprouveroient le même sort ; & rien de tout ce que l'observation nous découvre ne subsisteroit. On doit donc en conclure que toutes les planètes du premier ordre sont retenues dans leurs orbites par des forces, qui tendent au centre du soleil ; comme les satellites dans les leurs par les attractions de leurs principales planètes, & même du soleil.

En vain diroit-on qu'un tourbillon de matière subtile enveloppe les planètes & tous les astres, & les retient ainsi : car l'existence des tourbillons n'est rien moins que prouvée ; en les supposant, on ne peut expliquer les phénomènes astronomiques que l'observation démontre : ces derniers sont même inconciliables & incompatibles avec l'hypothèse des tourbillons, comme on le verra à l'article TOURBILLON, & comme il est encore mieux prouvé par l'aveu tacite de nos adversaires qui n'ont jamais tenté d'expliquer plusieurs des phénomènes dont les observations modernes ont démontré l'existence ; tandis qu'il n'en est aucun qu'on ne puisse regarder comme une suite nécessaire des principes de l'attraction universelle. D'ailleurs, qui retiendroit dans la circonférence la dernière couche des derniers tourbillons ? Comment la matière subtile qui compose tous les tourbillons, ne s'échapperoit-elle pas en partie dans les espaces triangulaires que laissent nécessairement entr'eux plusieurs tourbillons voisins ; & s'ils s'y portent, comment n'en résulte-t-il pas du trouble capable de détruire cette harmonie régulière & constante qu'on remarque dans cette admirable univers ?

5°. Tous les corps célestes sont ronds, la terre, la lune, mars, jupiter, &c. Or, cette figure ronde est une preuve de l'attraction universelle qui règne dans le ciel ; car cet arrondissement de notre globe, de la mer qui l'environne, démontre que dans le temps de sa formation, temps où il étoit dans un état de liquidité ou de molesse, toutes ses parties tendantes vers un centre commun, ont dû s'arranger de manière à ce que l'équilibre parfait fût établi, de sorte qu'aucune colonne du vaste Océan ne fût plus éloignée du centre qu'une autre, & qu'il en fût de même des parties molles des terres, ce qui nécessairement a dû produire une figure ronde dans la masse de la terre. Nous ne considérons point ici l'effet de la force centrifuge. Cette rondeur a dû résulter dans toutes les autres planètes, & même dans tous les astres, de l'attraction réciproque de toutes les parties dont elles sont composées. Ainsi cette rondeur de tous les astres est une preuve sûre de l'attraction ou pesanteur universelle.

Les loix que l'attraction observe dans les grandes distances, c'est-à-dire, respectivement à celle des planètes, sont claires, simples, & peu nombreuses.

PREMIÈRE LOI. *Tous les corps s'attirent réciproquement.*

SECONDE LOI. *L'attraction est proportionnelle à la quantite de matière.*

TROISIEME LOI. *L'attraction agit en raison inverse du quarré des distances.*

1°. On doit entendre la première loi en ce sens, que tous les corps qui existent dans tout l'univers, s'attirent & sont attirés ; que si un corps A attire un corps B, ce dernier attire en même-temps le premier, en un mot, que tous les deux sont attirés & attirans : en d'autres termes on dit que l'attraction est mutuelle dans tous les corps. Si la terre attire la lune, elle en est attirée ; si la terre est attirée par le soleil, elle exerce sur cet astre la même force d'attraction : il en est de même de saturne, de jupiter, de mars, de vénus & de mercure, relativement à la masse du soleil. Ce que nous venons de dire des corps célestes comparés entr'eux, doit s'entendre également de leurs différentes parties, & aux autres astres autour desquelles elles circulent

Si rien ne s'opposoit à la force attractive de la lune vers la terre, ce satellite tomberoit bientôt sur la terre avec un mouvement accéléré; il en est de même des planètes vers le soleil, & réciproquement; mais cette attraction, cette gravitation ou pesanteur est contre-balancée par une force projectile qui l'empêche d'obéir entièrement à la force attractive. Réciproquement s'il n'y avoit une force antagoniste, l'attraction de la terre vers la lune, celle des planètes vers leurs satellites, celle du soleil vers les planètes, &c., les porteroient bientôt, avec un mouvement accéléré, vers les globes attirans, par une ligne droite tirée de leurs centres respectifs aux centres des globes correspondans qui attirent.

L'universalité, & conséquemment la réciprocité de l'attraction qui en est une suite nécessaire, sont bien prouvées dans les astres par les phénomènes célestes, & par un grand nombre de phénomènes observés dans les corps terrestres & dont nous ferons mention en parlant de *l'attraction dans les petites distances*. *Voyez* encore l'article ADHÉRENCE, COHÉRENCE, TUBES CAPILLAIRES, &c. &c.

En conséquence de ce que nous venons de dire, plusieurs ont distingué l'*attraction* en *active* & *passive*. La première, est l'action qu'un corps exerce sur le corps attiré; l'action par laquelle la terre attire à elle une pierre qui tombe, ou la lune qui circule dans son orbite, est une *attraction* active; l'effet de cette attraction active est de faire graviter ou peser la pierre & la lune vers la terre. L'*attraction* passive est la tendance d'un corps vers un autre qui l'attire, c'est sa gravitation ou pesanteur; dans l'exemple précédent, la lune & la pierre sont portées vers la terre par la tendance que la terre leur a imprimée. Mais comme l'attraction est réciproque, la pierre & la lune attireront à elles la terre par leur attraction active, & la terre se portera vers elle par l'*attraction passive*. On peut se dispenser de faire cette distinction parce que l'idée d'une relation quelconque entraîne nécessairement avec elles celle des co-relatifs.

2°. L'attraction doit être nécessairement proportionnelle à la quantité de matière, parce que la masse ou quantité de matière, étant composée de toutes les parties de matière qui y sont contenues, & chacune de ces parties ou particules étant douée d'une force attractive, il est évident que la force attractive totale d'un corps, est composée de toutes les forces attractives particulières de ses molécules ou parties intégrantes; ainsi la somme des attractions partielles est proportionnelle à la somme des parties de matière, c'est-à-dire, à la masse qui n'est autre chose que la quantité des parties renfermées sous le volume du corps, & plus cette masse est grande, plus aussi l'attraction doit décroître. Une masse double, triple, quadruple, &c., doit attirer deux, trois, quatre fois plus un même corps, qu'une masse qui seroit supposée comme un.

Il suit de ce principe, que si deux corps, par exemple, la terre & la lune ne sont pas soumises à d'autres forces qu'à celle d'une attraction réciproque & proportionnelle à leurs masses, elles doivent s'approcher respectivement en parcourant des espaces qui soient en raison inverse des masses, & que le point de rencontre sera le centre commun de leurs attractions, relativement à un troisième corps qui seroit attiré conjointement par les deux premiers. La raison en est que si la terre, par exemple, a cent fois plus de masse que la lune, sa force attractive sera à celle de la lune comme 100 à 1; les effets étant proportionnels aux causes, la petite masse ou la lune se rapprochera donc cent fois plus vite de la terre, que celle-ci de la lune; conséquemment les espaces parcourus seront en raison inverse des masses, & le point de rencontre sera cent fois plus près de la terre que de la lune. Mais si on supposoit que la terre & la lune eussent resté immobiles dans les mêmes points de l'espace où nous les avons d'abord supposées; qu'elles n'eussent exercé sur elles aucune attraction mutuelle; que leur force attractive ne se fût exercé que sur un troisième corps; dans ce cas, celui-ci se seroit porté vers le point de rencontre, en suivant la diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & sur le rapport des forces attirantes de la terre & de la lune, comme il a été prouvé en parlant du mouvement composé.

L'attraction passive d'un corps, qui n'est autre chose que sa tendance, sa pesanteur est encore proportionnelle à la masse de ce corps gravitant; & l'expérience le prouve, puisque dans le vuide, tous les corps, une plume, du papier, une pierre, un morceau de plomb ou d'or, tombent également vîte sur la terre; mais les vîtesses étant égales, les quantités de mouvement seront nécessairement comme les masses, conséquemment les *attractions passives* suivront la proportion des masses.

3°. L'attraction agit en raison inverse du carré de la distance; c'est-à-dire, que, quoiqu'à la même distance, la force attractive soit toujours la même, cependant, si la distance augmente, l'attraction décroitra, comme le quarré de la distance augmente. Par exemple, si un corps est à une distance d'un autre, comme 1, ensuite comme 2, sa gravitation vers cet autre corps attirant sera comme 4 dans le premier cas, & comme 1 dans le second, 4 étant le carré de deux; si le corps s'éloigne de l'autre à une distance comme 3, il en sera neuf fois moins attiré; s'il est à une distance comme 4, il sera seize fois moins attiré que dans le premier cas, parce que 9 est le carré de 3, comme 16 est le quarré de 4.

Cette loi est confirmée par les observations astro-

nomiques, & devient ensuite une nouvelle preuve de l'attraction; elle est une conséquence rigoureuse de la fameuse loi de Képler que *les carrés des temps périodiques de deux planètes quelconques, sont entr'eux comme les cubes de leurs distances moyennes au soleil*, ainsi qu'on va le montrer. Supposons que, fig. 86, les arcs P B & T V soient des portions des deux orbites de saturne & de la terre, & que ces arcs concentriques soient infiniment petits & semblables, ce qui est évident, puisqu'ils sont compris entre les rayons S T P, S V B. Ces deux arcs seroient parcourus en temps égaux, si les révolutions de deux planètes étoient égales; mais la planète supérieure ayant une révolution trente fois plus lente que la terre T, ne décrira qu'un arc P E, dans le temps que la terre parcourra l'arc T V, dans ce cas, P D sera l'effet de l'attraction du soleil sur saturne, & T R celui de l'attraction du même astre sur la terre. Or, en cherchant le rapport de P D à T R, on trouve que P E évalué en degrés, est trente fois moindre que P B; donc P D est neuf cent fois moindre que P C. Mais si la distance S P est neuf ou dix fois plus grande que S T, comme le montre la loi de Képler, P C est aussi plus grand que R T neuf ou dix fois; donc P D est seulement cent fois plus petit que R T, or cent est le quarré de dix qui est la distance de saturne; donc la force centrale diminue comme le carré de la distance. On peut voir dans la grande astronomie de M. de la Lande, le développement de cette preuve.

Donnons une autre preuve de la vérité de cette troisième loi de l'attraction, qu'elle agit en raison inverse du carré de la distance, & voyons si elle s'observera non-seulement dans les planètes relativement au soleil, mais encore dans la lune par rapport à la terre. Nous avons déjà entrevu en exposant l'histoire de la découverte de cette loi de l'attraction, par Newton, que la force centrale qui retient la lune dans son orbite, n'étoit autre chose que la pesanteur des corps terrestres, diminuée en raison inverse du carré de la distance de la lune à la terre. La lune, ainsi que toutes les autres planètes, a reçu une force projectile qui l'entraîneroit dans la direction de la tangente de sa courbe de révolution, sans l'attraction ou force de pesanteur qui l'empêche de s'éloigner ainsi de la terre. L'effet de cette attraction est de faire à chaque instant changer de direction à la lune, en infléchissant continuellement le mouvement projectile de la lune dans son orbite; mais la lune qui est éloignée de la terre de soixante demi-diamètres terrestres, dans son moyen mouvement, décrit en une minute un arc de 187961 pieds, & s'abaisse de 15 pieds & un dixième au-dessous de la tangente à sa courbe. Mais à la surface de la terre, c'est-à-dire, à une distance soixante fois moindre, à une distance qui n'est que d'un demi-diamètre terrestre, la lune dans le même temps d'une minute, en vertu de la même force de pesanteur vers le centre de la terre, s'abaisseroit de 3600 fois 15 pieds & un dixième au-dessous d'une semblable tangente, ainsi que le font tous les corps graves. La pesanteur de la lune dans son orbite, c'est-à-dire, à une distance soixante fois plus grande, est donc trois mille six-cent fois moindre qu'elle ne le seroit près de la surface de la terre. Et puisque 3600 est le carré de 60 (60 — 60 — 3600), il est donc évident, que l'attraction ou pesanteur diminue comme le carré de la distance augmente, c'est-à dire, est en raison inverse du carré des distances.

Ce qu'on vient d'établir, doit s'appliquer à tous les satellites, relativement à leurs planètes principales, à toutes les planètes considérées entr'elles & par rapport au soleil, ainsi que nous l'avons dit plus haut. On peut ajouter qu'il n'est pas plus étonnant que l'attraction agisse en raison inverse du carré de la distance, que toutes les qualités sensibles; car la lumière, la chaleur, le son, les odeurs & toutes les émanations, tous les effluves qui s'échappent des corps suivent la même loi & diminuent de densité & de force en raison inverse du carré des distances.

De l'attraction dans les petites distances. Jusqu'ici nous avons parlé de l'attraction qui s'exerce dans le ciel à de grandes distances entre le soleil & les planètes, entre les planètes principales & leurs satellites, & même entre le soleil & les comètes, ou plutôt entre les corps célestes, dans quelques sphères qu'ils soient placés, comme dans celles des étoiles de toutes les grandeurs; mais cette attraction étant universelle & proportionnelle à la masse, c'est-à-dire, à la quantité de matière, il est clair que chaque portion, chaque particule de matière, quelque petite qu'elle soit, doit être d'une force attractive, & que la force attractive d'un corps n'est que la somme des attractions particulières de toutes les particules ou molécules de ce corps.

Cette attraction réciproque qui règne entre les molécules qui composent la masse de tous les corps, est telle que ces molécules s'attirent les unes les autres au point de contact, ou très-près de ce point, avec une force de beaucoup supérieure à celle de la pesanteur, mais qui décroit ensuite à une très-petite distance, jusqu'à devenir beaucoup moindre que la pesanteur. Cette force d'attraction qui a lieu réciproquement entre toutes les particules de la matière, ne diffère point de la force de cohésion ou cohérence dont nous avons parlé avec assez d'étendue. (*Voyez* COHÉRENCE & ADHÉRENCE), & qui unit tellement les parties élémentaires, dès qu'il en résulte des masses très-sensibles. Ainsi l'union qui règne entre toutes les molécules des solides & des fluides, est un effet

de l'attraction dans les petites distances & en démontre conséquemment l'existence.

Nous avons vu que des plans de glace, de marbre, de métal, de bois bien polis, superposés l'un sur l'autre, adhèrent entr'eux avec une force de beaucoup supérieure à celle de la pression des colonnes d'air, puisque dans le vide de la machine pneumatique, cette adhérence a lieu, et qu'un poids assez considérable, attaché au plan inférieure, ne peut en procurer la séparation; il a été aussi prouvé que la prétendue matière subtile ne peut opérer cette cohérence dans le vide; d'où il résulte nécessairement que cette adhérence est un effet & une preuve de l'attraction. On peut en dire autant de la cohérence dont les effets sont très-grands, & qui subsistent également dans le vide de la machine pneumatique.

Sans parler ici des expériences sur l'adhérence qui ont été rapportées à l'article ADHÉRENCE, nous dirons que des cylindres de verre, d'argent, de cuivre rouge, de fer tendre, de marbre blanc & de marbre noir, de même diamètre, & comprimés après les avoir enduits de suif, ont cohéré, selon Muschembroeck, avec une force de 130,125,200,300,225,230 respectivement, & qu'en déduisant 41 livres pour le poids de l'atmosphère, il a resté 89,84,159,184,189 livres aussi respectivement, ce qui ne s'accorde pas avec le rapport de la porosité de ces corps, ni par conséquent avec l'action d'un fluide subtil.

La cohérence des corps est d'autant plus grande, que les points de contact sont plus nombreux, parce que dans ce cas, il y a plus de parties attirantes, & que l'attraction totale doit être d'autant plus considérable, que la somme des petites attractions particulières est grande, c'est ce que l'expérience confirme; car les fluides (dont les parties paroissent être sphériques, n'ont presqu'aucune cohérence; on ne remarque, entre leurs parties, que celle qui est nécessaire pour former des gouttes. Les corps mols ont une cohérence plus grande, parce que leurs parties, approchant moins de la figure sphérique, se touchent en plus de points. Les parties des corps élastiques, entre lesquelles ne se trouvent pas des parties de liquides interposés, s'attirant davantage réciproquement, mais ayant encore des molécules à-peu-près rondes, comme celles du verre, seront douées d'une force de cohérence plus grande que celles des corps mols, mais inférieure à celle des corps durs; aussi le verre est-il fragile, se casse-t-il facilement, ses parties se séparant aisément, les corps durs, dont les molécules ne paroissent pas rondes, se touchant en un grand nombre de points, ont une force de cohérence proportionnellement plus grande & conséquemment une dureté qui résiste fortement à une séparation réciproque des parties.

Si deux planches de sapin, par exemple, d'une surface bien unie, sont collées ensemble dans le milieu, le long de la veine du bois, on les rompra plus aisément par-tout ailleurs que dans l'endroit où elles sont ainsi collées; cet effet dépend de l'attraction; car la colle remplissant les pores du bois, le contact des parties sera plus grand dans les parties collées que dans celles qui ne le sont pas. Dans celles-ci, il n'y aura pas d'attouchement dans les parties où sont les pores ou petits vides de matière; dans celle-là, outre le contact des parties solides, il y aura encore celui des parties de la colle qui ont rempli les pores & forment ainsi une augmentation de parties qui se touchent, & un accroissement d'attraction. Au contraire, si le bois est dense & dur, comme l'ébène, par exemple, & que les molécules de la colle ne puissent pas s'y insinuer, la cohérence est beaucoup moins forte dans les endroits collés, que dans ceux qui ne le sont pas. La soudure est une espèce de colle à chaud, ou, si l'on veut, à fusion; & la cohésion qui en résulte, dépend des mêmes principes. *Voyez* ALLIAGE, SOUDURE.

La rondeur des gouttes d'eau de mercure, & de tous les fluides sont une preuve de l'attraction de cohésion, parce que toutes les parties qui composent chaque goutte, sont alors dans le contact le plus intime qu'elles puissent avoir. Si ces gouttes s'aplatissent lorsqu'elles touchent une surface plane sur laquelle elles sont placées, cet effet vient de l'attraction du plan, & de la pesanteur de la goutte si le plan est horisontale. Ce qui prouve encore que cette sphéricité des gouttes de liqueur vient de l'attraction, & nullement de la pression d'un fluide extérieur, c'est qu'elle a également lieu dans le vuide & sous le recipient d'une machine pneumatique dont on a pompé l'air; c'est qu'on n'y apperçoit aucune différence dans la sphéricité des gouttes de liqueur, à mesure qu'on évacue l'air; ni même après que le vuide a été aussi complet qu'il puisse l'être. *Voyez* l'article SPHÉRICITÉ *des gouttes des liquides*, &c.

Tous les jours nous voyons les gouttes de pluie sphériques, celles de la rosée; les gouttes d'huile jetées dans l'eau, nous montrer par leur rondeur des preuves de cette attraction mutuelle des parties. C'est même une règle générale que toutes les matières molles ou fluides affectent une forme sphérique, lorsqu'elles sont plongées dans un milieu qui ne s'oppose pas à l'attraction réciproque de leurs parties. Ainsi les métaux parfaits mis en fusion dans la coupelle, l'air dans les bulles de savon, en un mot, tous les fluides prennent une forme sphérique.

La viscosité de certains fluides, la tenacité de plusieurs matières molles, & la dureté de quelques corps, leur élasticité même, sont des effets de l'at-

traction mutuelle des parties qui s'attirent moins ou plus, selon la grandeur des contacts de leurs molécules, la figure des parties intégrantes entrant comme élément dans la distance. *Voyez* MOLLESSE, DURETÉ, ÉLASTICITÉ, FLUIDITÉ.

La réunion en une seule goutte de deux gouttes d'eau & d'autres liquides qui se touchent, ou sont près de se toucher, est encore un phénomène qui prouve l'attraction dans les petites distances. Sans l'attraction mutuelle de ces deux gouttes, mises à une distance qui ne soit pas hors de la sphère de leur activité réciproque, il n'y auroit aucune réunion. En vain a-t-on tenté pour expliquer ce phenomène d'avoir recours à la matière subtile qui pénétrant, dit-on, plus facilement les pores de l'eau que ceux de l'air, forceroit l'air intermédiaire de se porter vers les côtés, & donneroit ainsi à l'air qui est derrière chaque goutte, l'occasion de les pousser l'une contre l'autre. Car cette matière subtile, telle que la conçoivent les Cartésiens, est un être imaginaire; d'ailleurs, il n'est pas prouvé que les pores de l'eau soient plus grands que ceux de l'air, ou que l'eau soit plus perméable que l'air à cette matière subtile. Mais quand on admettroit ces deux suppositions, on n'en seroit pas plus avancé; il en résulteroit au contraire que la matière subtile penchant plus facilement l'eau que l'air, en sortant de chaque goutte d'eau, seroit accumulée entre les deux gouttes, frapperoit l'air intermédiaire qui se rétablissant après la compression, repousseroit & éloigneroit les gouttes d'eau, bien loin de les rapprocher, ce qui est démenti par l'expérience. D'un autre côté, la matière subtile qui remplit les angles que forment les gouttes avant leur réunion, celle qui pèse sur ces gouttes, lorsqu'elles ont commencé à se toucher, ayant même base & même hauteur que le fluide latéral, agit autant pour les écarter que celui-ci pour les rapprocher, & par conséquent le mouvement d'approximation ne peut venir du fluide ou matière subtile supposée, mais d'une force attractive qui agit réciproquement sur chaque goutte.

Des gouttes placées sur un plan vernissé, ou sur une feuille de chou, paroissent parfaitement rondes à la vue simple; elles sont aplaties si on les pose sur un plan plus dense & plus attirant. Or, quel est le fluide qui arrondit ces gouttes, dit Sigorgne, qui soutient par le bas, non seulement l'effort du fluide supérieur qui tend à les applatir & à les écarter, mais encore l'effort de leur propre pesanteur?

Ce phénomène de la réunion de deux gouttes en une seule, n'est pas propre à l'eau, à l'esprit-de-vin, à l'huile & à tous les fluides analogues, mais se fait aussi remarquer d'une manière très-sensible dans le mercure. Si deux globules de mercure sont placés à une très-petite distance l'un de l'autre sur un plan poli, on les verra se rapprocher successivement avec un mouvement qui paroît augmenter à proportion que la distance diminue.

Si on met de l'eau dans un verre, de manière à ne pas le remplir, on verra ce liquide s'élever plus haut vers les bords que dans le milieu; c'est un fait constant & qui réussit toujours, quelque forme qu'ait le vase de verre. Cet effet dépend uniquement de l'attraction que les bords du verre exercent sur l'eau, qui est au point de contact ou qui en est proche; c'est pour cette raison que l'élévation de l'eau n'est visible que près des bords, parce que l'attraction dont nous parlons ne s'étend qu'à de très-petites distances. Cette expérience a toujours le même succès, avec quelque liqueur qu'on le répète, à moins qu'on n'y emploie le mercure. Dans ce cas, on voit constamment ce liquide s'élever vers le milieu, & s'abaisser vers les bords & présenter une surface convexe. Ce nouveau phénomène est encore une suite de l'attraction de cohésion, car les parties du mercure s'attirent plus entr'elles qu'elles ne sont attirées par le verre; au contraire, les parties de l'eau étant plus attirées par le verre qu'elles ne s'attirent mutuellement, la surface de l'eau sera concave.

Si on approche un morceau de cristal d'une très-petite goutte de mercure placée sur un papier, on pourra, en levant ensuite le cristal, enlever la gouttelette de mercure; si après on présente cette gouttelette à une autre très-petite goutte de mercure, celle-ci s'élancera vers la première & formera une goutte plus grosse qu'on enlèvera encore avec le cristal. Au contraire, approchez cette goutte d'une goutte plus grosse que le cristal ne puisse enlever, celle-ci entraînera à elle le mercure suspendu au cristal. Variez l'expérience, l'auteur des *institutions Newtoniennes;* remplissez de mercure par voie de succion un tuyau fort étroit, posez-le horisontalement; il en restera une petite portion dans ce tuyau; élèvez-le, cette partie ne tombera pas; approchez obliquement ce tuyau du vif argent, qui est en masse dans la cuvette, & tout ce qui est dans le tuyau s'écoulera: cependant le fluide ambiant presse le mercure de la cuvette pour le pousser dans le tuyau, & pour y retenir la petite portion qui y est. Pourquoi donc s'écouleroit-elle à ce moment, puisqu'auparavant elle étoit suspendue? « Secouez un peu rudement un baromètre, & vous verrez la colonne qui descend, former à sa partie supérieure une surface concave contre le verre, tandis qu'à l'ordinaire elle est convexe. Or, d'où vient cette surface concave, sinon d'une adhérence au verre, & qui ne peut tout à coup être vaincue; & cette adhérence, qui l'a produite dans le baromètre? Inclinez l'une à l'autre deux glaces de miroir sous un angle fort aigu, & que leur point de concours ou de réunion soit tournée vers le bas; glissez-y ou laissez-y tomber une petite goutte de mercure, elle se précipitera dans l'angle & s'y applatira; bientôt après elle remontera, fuira cet angle, & se tiendra à une cer-

taine hauteur. Or, qui fait remonter lentement cette goutte, malgré son poids? Qui la soutient au-dessus de l'angle vuide où elle étoit auparavant descendue? Quel fluide produit cet effet? L'attraction cherche à arrondir la goutte, les parties entrées dans l'angle, plus attirées par la goutte que par le verre, remontent, & ce mouvement ne cesse que lorsque la goutte est à une hauteur qui lui permet de conserver sa rondeur. »

Les phénomènes nombreux qu'offrent les tubes capillaires, & qui ont beaucoup de rapport avec quelques-uns de ceux dont on vient de parler, sont encore de fortes preuves de l'attraction. *Voyez* TUBES CAPILLAIRES.

Mettez sur la surface de l'eau dans différens vases à large ouverture plusieurs corps légers des fœtus de paille, des morceaux de bois, des aiguilles ou fils métalliques très-minces, de différens métaux, même des petites lames de métal très-minces, &c. on les verra bientôt s'attirer, se mouvoir, s'arranger de diverses manières; & malgré la résistance du flottement à la surface du liquide, se chercher & se réunir par les côtés qui offrent un plus grand contact. J'ai vu souvent même des cygnes d'émail, mis sur la surface de l'eau, se réunir au bout de quelque temps, malgré la grandeur de leur volume qui devoit éprouver une plus grandes résistance à diviser le milieu dense qui les séparoit. Mais de toutes ces expériences, celles qui réussissent plutôt & toujours surement, c'est celle de deux petites aiguilles de cuivre qui se rapprochent l'une de l'autre par un mouvement accéléré; de sorte qu'étant à environ deux lignes de distance, elles se précipitent l'une sur l'autre avec une grande vîtesse, & s'unissent ensuite selon une ligne parallèle.

L'impartialité qui doit diriger tous ceux qui cultivent les sciences de bonne foi, exige que nous disions ici que M. Monge a donné dans les mémoires de l'académie des sciences, pour l'année 1787, un mémoire sur quelques effets d'attraction ou de répulsion apparente entre les molécules de matière. Il y a fait voir que les molécules par lesquels certains petits corps s'approchent ou s'écartent, ne sont point les effets d'une attraction ou d'une répulsion immédiate, mais que ces mouvemens sont produis, les uns par des pressions, & les autres par des attractions étrangères.

Si sur la surface d'une eau tranquille, dit ce physicien, on place deux corps légers qui surnagent, & soient tous deux susceptibles d'être mouillés par l'eau, & que ces corps soient abandonnés à eux-mêmes & sans mouvement, à quelques pouces l'un de l'autre, ils restent en repos, & ils ne prennent de mouvement que celui qu'ils peuvent recevoir de l'agitation de l'air; mais si on les place à quelques lignes seulement de distance, & qu'on les abandonne, on les voit se porter l'un vers l'autre d'un mouvement accéléré; on ne peut ensuite les séparer sans vaincre une résistance sensible, & toutes les fois qu'on les abandonne de nouveau, ils se précipitent l'un vers l'autre. Autrement, si les parois du vase dans lequel on fait l'expérience, sont de nature à être mouillés par l'eau; si elles sont de verre, par exemple, & que la surface de l'eau s'élève tout autour, & qu'un globe de liège soit abandonné à lui-même & sans mouvement au milieu de la surface de l'eau, ce globule reste en repos; mais si on l'approche à quelque ligne de distance de la paroi du vase, & qu'on l'abandonne, il se porte d'un mouvement accéléré vers cette paroi, à laquelle il adhère, & dont on ne peut ensuite le séparer sans éprouver une résistance sensible. Enfin, toutes les fois qu'après l'avoir écarté du bord à quelques lignes de distance, on l'abandonne, il se précipite de nouveau vers la paroi. Plusieurs ont regardé ce phénomène comme l'attraction du liège pour la substance du verre, & cependant il est facile de démontrer que ces deux matières n'exercent l'une sur l'autre aucune action, à une distance sensible.

D'abord, continue ce savant physicien, si, au lieu de faire nager le globule de liège sur la surface de l'eau, on le suspend à l'extrémité d'un fil, même très-long, & que dans cet état on l'approche lentement du verre, à quelque petite distance qu'on le place de la paroi du verre, il y reste sans s'approcher davantage; tandis que dans le premier cas, il commence à se porter vers la paroi à une distance beaucoup plus considérable. Mais ce qui prouve incontestablement que le verre & le liège ne s'attirent pas immédiatement dans ce phénomène, c'est que, quand le globule surnageant adhère au verre, si l'on verse dans le vase de l'eau nouvelle pour en faire monter la surface, le globule s'élève & adhère toujours à la paroi, jusqu'à ce que la surface de l'eau soit à peu-près au niveau des bords; & lorsque le vase est plus que plein, & que la surface de l'eau s'élevant au-dessus du vase, devient convexe vers les bords, le globule fuit le vase d'un mouvement accéléré de moins en moins. Alors, pour approcher le globule de la paroi, il faut vaincre une petite résistance, & toutes les fois qu'on l'abandonne de nouveau, il fuit & il s'élève vers le milieu de la surface de l'eau, malgré son propre poids qui s'oppose à ce mouvement. Ainsi, pour attribuer dans le premier cas, le mouvement du globule vers la paroi, à une attraction que leurs substances exerceroient l'une sur l'autre, il faudroit, dans le second, attribuer la fuite du globule à une répulsion que le verre exerceroit contre le liège, & admettre que les affections de ces deux matières changeroient et deviendroient contraires, sans qu'on apperçût aucune circonstance qui pût donner lieu à un pareil changement.

Le phénomène suivant est analogue, quoique dans des circonstances différentes. Si, après avoir placé sur la surface d'une eau tranquille deux corps qui surnagent, & dont un seul soit susceptible d'être mouillé par l'eau, par exemple, deux globules

de liège, dont l'un ait été charbonné à la flamme d'une bougie, on essaye avec une pointe d'approcher un de ces globules de l'autre, celui-ci, s'il est libre, fuit à l'approche du premier, & on ne peut les mettre en contact, à moins qu'on ne les presse tous deux l'un vers l'autre en sens contraire; & dans ce cas, on éprouve une petite résistance; enfin, dès qu'on les abandonne à eux-mêmes, ils se repoussent & se fuyent d'un mouvement accéléré de moins en moins. Autrement, s'il n'y a qu'un globule charbonné, & que le vase soit de verre, le globule s'éloigne toujours des parois, dont on ne peut l'approcher qu'en surmontant une résistance; & dans ce cas, dès qu'on l'abandonne à lui même, il fuit les parois, pour se porter vers le milieu du vase.

Enfin, si sur la surface d'un liquide, on fait flotter deux corps qui ne soient susceptibles ni l'un ni l'autre d'être mouillés par le liquide; par exemple, si sur un bain de mercure, on place deux balles de fer & qu'on les écarte seulement de quelques lignes, aussitôt qu'on les abandonne à elles mêmes, elles se précipitent l'une vers l'autre, & elles paroissent adhérer entr'elles, de manière que si l'on essaye d'écarter l'une, l'autre la suit, malgré la résistance que le mercure oppose à son mouvement; & si le vase est de verre, ensorte que la surface du verre soit déprimée & convexe vers les parois, & que les balles soient placées dans le voisinage du verre, elles se portent vers les parois, desquelles on ne peut ensuite les détacher qu'en surmontant une assez grande résistance. Mais l'analogie avec les phénomènes précédens cesse ici; car si l'on achève de remplir le vase, & que la surface du mercure surmonte les bords, les balles ne sont point repoussées, elles continuent d'adhérer entr'elles & aux parois du vase.

En réfléchissant sur ces phénomènes, il paroît que les attractions & les répulsions apparentes qui en sont l'objet, dépendent uniquement de la faculté que les corps que l'on considère, ont d'être tous deux mouillés par le liquide environnant, ou de ne l'être ni l'un ni l'autre, ou enfin de la faculté qu'ils ont, l'un d'être mouillé, & l'autre de ne l'être pas; & les résultats peuvent être énoncés d'une manière générale par les trois propositions suivantes.

Première loi. Lorsque deux corps, submergés dans un liquide, ou flottans à sa surface, & placés dans le voisinage l'un de l'autre, sont tous deux susceptibles d'être mouillés par le liquide, ils paroissent s'attirer réciproquement, & ils se portent l'un vers l'autre.

Seconde loi. Lorsque deux corps submergés ou flottans, & placés dans le voisinage l'un de l'autre, ne sont ni l'un ni l'autre susceptibles d'être mouillés par le liquide environnant, ils paroissent encore s'attirer.

Troisième loi. Lorsque de deux corps submergés ou flottans, & placés dans le voisinage l'un de l'autre, l'un est susceptible d'être mouillé, tandis que l'autre ne l'est pas, ils paroissent se repousser, & ils s'écartent en effet, à moins que quelque obstacle ne s'oppose à cette séparation.

Mariote dans son traité du *mouvement des eaux*, (page 373, édition de ses œuvres en 1740) après avoir observé les phénomènes précédens, & trouvé les loix qu'on vient d'énoncer, a essayé d'en distinguer les causes. Mais les explications qu'en donne l'auteur du mémoire, sont bien plus détaillées. Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de donner à cet article trop d'étendue, nous nous contenterons de dire, 1°. que lorsque deux corps flottans de figure quelconque, séparés par un intervalle capillaire, & susceptibles d'être mouillés par le liquide qui les porte, s'approchent & adhèrent entr'eux, ce n'est pas en vertu d'une attraction immédiate, qu'ils exercent l'un sur l'autre, mais en vertu de l'action qu'ils exercent sur le liquide qui les mouille, & qui fait l'office d'une chaîne pesante attachée aux deux corps, & d'autant plus tendue, que l'intervalle est plus capillaire. 2°. Lorsque sur la surface d'un liquide, on fait flotter un globule qui n'est pas susceptible d'être mouillé, la surface du liquide se déprime tout autour du globule; elle prend une courbure dont la convexité est tournée vers le haut, & le globule reste en équilibre, parce que la dépression dont il s'agit se faisant par-tout à la même profondeur, il est pressé par le liquide de la même manière en tout sens. Il en est de même d'un second globule: si l'on approche de très-près ces deux corps, le liquide se déprime entr'eux, & le sommet de sa courbure ne s'élève plus à la même hauteur que le reste de sa surface. Chacun des deux globules est donc moins pressé par le liquide environnant du côté de l'autre globule, que de toute autre part; & ces deux corps, en cédant dans le sens vers lequel la pression est moindre se portent l'un vers l'autre. 3°. Lorsque sur la surface d'un liquide, on place à quelques pouces de distance l'un de l'autre, deux globules flottans, dont l'un est susceptible d'être mouillé tandis que l'autre ne l'est pas, la surface se déprime autour du second; mais elle s'élève autour du premier, elle devient concave vers le haut, & la distance des origines des courbures opposées varie en général suivant la nature du liquide, suivant celle du globule, & suivant la température. Si l'on approche de très-près les deux corps, la dépression du liquide autour du second globule est moindre du côté de l'autre corps, à cause de l'élévation que le premier occasionne autour de lui; & il en résulte autour du second un enfoncement dont la forme n'est pas symétrique. La pression que ce corps éprouve de la part du liquide est donc plus grande du côté de l'autre corps, que de toute autre part; & pour céder à la pression la plus forte,

il est forcé de s'éloigner de l'autre corps, comme s'il en étoit repoussé. Cette apparence de répulsion est donc l'effet d'une inégalité de pression de la part du liquide environnant. Il en est de même de deux corps submergés.

D'après l'explication des trois loix que suivent les corps flottans ou submergés, en s'approchant ou en fuyant, selon qu'ils sont ou ne sont pas mouillés par le liquide environnant, il est facile de rendre raison de toutes les circonstances des trois expériences principales qu'on a rapportées avant d'exposer ces loix.

On peut voir, dans le mémoire dont nous avons extrait ce qui précède, des phénomènes analogues que présentent plusieurs lames de verre polies, mouillées & suspendues de manière que leurs faces soient parallèles entr'elles, & écartées à la distance d'une ou deux lignes, & qu'on les plonge dans l'eau par le bas, l'eau s'élève dabord entr'elles au dessus du niveau; cette eau soulevée att re l'une vers l'autre les lames voisines; & ces lames, en se rapprochant en effet, rendent plus capillaires les intervalles qui les séparent. M. Monge pense encore que ce qui arrive entre ces lames de verre, représente assez exactement ce qui se passe entre les élémens des cristaux des sels neutres, qui se forment au-dedans d'une dissolution trop rapprochée, & que l'adhérence, observée entre les élémens de ces cristaux, n'est pas l'effet d'une attraction directe que ces élémens exercent les uns sur les autres; qu'elle n'est que la suite de la loi par laquelle deux corps voisins semblent s'attirer, lorsqu'ils sont tous deux susceptibles d'être mouillés par le liquide environnant. Cependant, ajoute-t-il, il ne faudroit pas abuser de cette conclusion, & il est probable que pour les substances qui, comme l'eau, le soufre, les métaux, &c., se fondent par l'action seule de la chaleur, & passent à l'état solide par le simple refroidissement, la cristallisation est produite par l'attraction immédiate des molécules; du moins l'on ne connoît jusqu'à présent aucun liquide interposé entre ces molécules, & l'action duquel on puisse raisonnablement attribuer ce phénomène.

L'opinion assez générale étant que deux gouttes d'eau s'attirent à une petite distance, on n'aura pas de peine, d'après tout ce qu'on vient de voir, de porter un jugement sur cet objet. Néanmoins il est à propos de faire connoître ici quelques expériences directes. Si, après avoir mis de l'esprit-de-vin dans une soucoupe, on y fait tomber du même liquide goutte à goutte & de quelques lignes de hauteur, au moyen d'un chalumeau capillaire légèrement incliné, les gouttes, en choquant la surface du liquide, ne se confondent pas avec la masse, elles conservent leur forme à-peu-près sphérique; elles roulent sur la surface avec une très-grande liberté, comme des billes sur le tapis d'un billard; & lorsque quelques-unes d'elles se rencontrent dans leur mouvement, elles se choquent, elles changent de figure par la percussion, elles se réfléchissent, & continuent ensuite de rouler après le choc, sans se réunir les unes avec les autres; enfin, malgré leur contact continuel avec la surface du liquide, elles ne se confondent avec lui que très-tard. Ce phénomène peut avoir lieu avec toute autre liqueur.

On observera que les gouttes, formées avec le chalumeau & autres globules de liqueurs dans des circonstances semblables, sont de petites sphères massives de liqueur & non pas des ampoules vésiculaires, comme celles qui se forment sur la surface de l'eau pendant les grosses pluies, comme on peut s'en convaincre, 1°. par le défaut d'accès à l'air qui devroit alors remplir ces gouttes; 2°. par la forme même des gouttes qui est globuleuse, & qui seroit hémisphérique, si elles étoient vésiculaires; 3°. par leur grande mobilité; car si en soufflant avec le chalumeau dans la liqueur, on donne lieu à la formation d'ampoules vraiment vésiculaires, il est facile de reconnoître celles-ci à leur aspect, à leur mobilité incomparablement moindre, & à leur durée généralement plus grande. Il en est de même des petits globules que l'on apperçoit sur le café chaud, on se convaincra qu'ils sont pareillement massifs & non vésiculaires, par leur grande mobilité. La moindre agitation dans l'air, le souffle le plus léger, suffisent pour les disperser & les ranger avec rapidité sur les bords du vase. Enfin, les iris que M. de Saussure a remarquées, en examinant ces globules au microscope, ne sont point une preuve de leur cavité, puisque l'arc-en-ciel que l'on observe lorsque les gouttes de pluie sont éclairées par le soleil, n'auroit, comme on sait, au contraire, pas lieu, si ces gouttes étoient concaves, c'est-à-dire, vésiculaires.

M. de Saussure s'est donc trompé dans ses Essais sur l'Hygrométrie, lorsqu'il a cru que des gouttes du même liquide ne pouvoient être poussées les unes contre les autres, ni même être simplement en contact sans se réunir sur le champ; & lorsqu'il a conclu que des globules ne peuvent flotter sur la surface de leurs propres liquides, sans être concaves; ainsi la théorie des vapeurs vésiculaires que cet auteur n'a établie que sur de semblables observations, est absolument sans fondement; & il reste toujours démontré par des expériences directes, & confirmé par tous les phénomènes de météorologie, que l'air atmosphérique dissout d'autant plus d'eau, qu'il est plus chaud & plus comprimé.

Des expériences & observations qu'on vient de voir, on doit donc conclure que deux gouttes d'eau n'exercent aucune action l'une sur l'autre, tant qu'elles sont à une distance sensible; qu'elles ne

ne se réunissent pas toujours lorsqu'elles sont en contact, & que lorsqu'elles se réunissent en un seul globule, il faut qu'elles soient absolument en contact. *Mém. de l'Acad. des Sciences, année 1787, pag. 506.*

L'acide vitriolique concentré, (*acide sulfurique* concentré de la nouvelle nomenclature), donne une preuve manifeste de l'attraction dans les petites distances, car il attire l'eau qui est répandue dans l'air avec beaucoup de force ; & si on expose à l'air libre cet acide dans un vase non bouché qui ait une certaine ouverture, il attirera une quantité d'eau de l'atmosphère si considérable, que son poids en peu de jours en sera sensiblement augmenté. Il en est de même de tous les acides minéraux, du sel de tartre, du sel marin, & de quelques autres sels alkalis qui attirent puissamment l'humidité de l'air & augmentent beaucoup de poids. L'exemple de la chaux vive qu'on laisse éteindre à l'air en est encore une preuve.

L'esprit de nitre fumant (*acide nitrique* fumant), attire les vapeurs qu'exhale l'esprit de sel ammoniac. Un grand nombre d'autres phénomènes de ce genre, qu'il seroit trop long de rapporter dans cet article, & dont les principaux se trouvent dans le cours de cet ouvrage, présentent des signes d'attraction qu'on ne sauroit révoquer en doute.

Trempez un morceau de bois de sapin d'un pouce quarré dans l'eau, pour l'en imbiber ; mettez-le ensuite en équilibre à l'aide d'une petite balance, à un bras de laquelle vous le suspendrez horisontalement par un fil, en plaçant dans le bassin opposé un contrepoids qui lui soit égal ; ensuite approchez un vase plein d'eau sous le morceau de sapin, presque jusqu'au point de contact ; aussitôt vous verrez un effet de l'attraction réciproque de l'eau & du sapin, l'eau attirée s'élevera vers ce dernier, & son adhésion sera telle, que pour l'en séparer & rétablir l'équilibre, il faudra ajouter 50 grains dans le bassin opposé de la balance. Cet effet vient uniquement de l'attraction de cohésion, de celle qui s'exerce dans les petites distances ; car, 1°. il ne dépend pas de l'air, puisque l'expérience réussit également dans le vuide ; 2°. s'il provenoit de la pression d'un fluide sur l'eau & qui la portât vers le sapin où il auroit une action moins libre, l'eau ne pourroit augmenter le poids du sapin, mais elle diminueroit plutôt sa pesanteur, non-seulement par les règles de l'hydrostatique qui exigent qu'un corps perde de son poids quand on le plonge dans un fluide, mais encore par cette force de fluide environnant qu'on suppose soulever l'eau, la pousser contre le sapin & l'y soutenir. Si on élève le sapin, l'eau s'élevera de même avec lui jusqu'à une hauteur assez considérable. Le premier qui a fait cette expérience est M. Taylor, & tout le monde l'a répétée depuis avec le même succès.

Si l'on met en équilibre à une balance un morceau de glace de deux pouces & demi de diamètre, en le suspendant comme le morceau de sapin par le moyen d'un fil attaché par en bas à un crochet mastiqué sur la surface supérieure de la plaque ronde, de verre ou glace bien polie ; & qu'ensuite on approche par dessous un petit vase plein de mercure jusqu'au contact, il faudra 666 grains dans le bassin opposé, pour détacher la glace du mercure, & vaincre l'adhésion réciproque du mercure & du verre. L'expérience est absolument la même dans le vuide ; conséquemment cet effet ne vient point de la pression de l'atmosphère.

Si on approche de ce petit quarré de glace un vase plein d'eau, à la place de celui de mercure, la force attractive est seulement de 258 grains.

En employant des plaques de différens métaux, d'un pouce de diamètre, on observera que les adhérences au mercure seront plus ou moins grandes, & que ces forces suivront l'ordre des affinités chimiques, ou de la plus ou moins grande dissolubilité par le mercure ; affinités chimiques qui sont produites par l'attraction, laquelle varie à cause de la figure des parties, qui rend plus ou moins grande la surface du contact ; *élémens de chimie* de l'Académie de Dijon. La table suivante indique l'ordre des affinités des différens métaux, & celui de leurs forces relatives.

L'or.	446 grains.
L'argent.	429
L'étain.	418
Le plomb.	397
Le bismuth.	372
Le zinc.	204
Le cuivre.	142
L'antimoine.	126
Le fer.	115
Le cobolt.	8

L'attraction dans les petites distances est encore prouvée par plusieurs phénomènes qu'on observe dans la lumière. Si, dans une chambre obscure, on présente un angle quelconque formé par les surfaces d'un corps, d'une lame d'acier, par exemple, d'une lame de verre, &c., à un rayon de lumière qui passe par le trou d'un volet, on verra une partie du rayon, celle qui est la plus proche du rayon se détourner de la ligne droite qu'elle suivoit avant l'approximation du tranchant ou angle du corps, s'en approcher en s'infléchissant vers le corps, en se brisant comme s'ils éprouvoient une réfraction ; mais comme la réfraction suppose un changement de milieu, & que dans l'expérience présente, le rayon se meut toujours dans le même milieu, ce phénomène est désigné par le nom d'INFLEXION ou de DIFFRACTION. Or, cette inflexion est un effet direct & immédiat de l'attraction du tranchant, par exemple, du tranchent d'un couteau qu'on présente au rayon

de lumière, & dont les parties qui en sont à une très-petite distance sont attirées & infléchies.

Si on fait passer ce rayon de lumière entre deux tranchans de couteaux éloignés entr'eux d'environ une ligne, à la distance de trois pieds de la fenêtre, & qu'on reçoive la projection de la lumière sur un papier éloigné de cinq pieds du tranchant des couteaux, on observera une double inflexion en haut & en bas, ou à droite & à gauche, selon la position des lames, parce que dans ce cas il y a une double attraction. Voyez inflexion.

Les loix de la réfraction confirment l'attraction dont nous parlons; c'est l'attraction des milieux qui produit une déviation dans les rayons qui passent obliquement par différens milieux, & une accélération de mouvement dans ceux qui les traversent perpendiculairement. Pour entendre mieux ce qui regarde cette matière, supposons qu'un rayon de lumière passe de l'air perpendiculairement dans un cube de verre ou de cristal, par exemple; il est certain que ce rayon qui continuera de se mouvoir en ligne droite selon la première direction, n'éprouvera aucune déviation, mais son mouvement sera accéléré en traversant ce cristal, quoique celui-ci étant plus dense que l'air, il parût naturel qu'il éprouvât un retardement dans ce nouveau passage. Cette accélération qui, au premier coup-d'œil, paroît étonnante, est une suite de l'attraction, car le cristal, l'eau même, &c. sont des milieux plus attirans que l'air, & cette nouvelle force d'attraction, jointe à la première force impulsive du rayon, doit par sa réunion produire un mouvement accéléré, c'est-à-dire, un effet plus grand que si la force impulsive seule existoit.

Si le rayon sortant d'un milieu, entre obliquement de l'air dans le cristal, il éprouvera, ainsi que l'expérience le prouve, un changement de direction, il subira une réfraction qui l'approchera de la perpendiculaire, & qui sera produite par la force attirante du nouveau milieu supérieure à celle du premier milieu.

Les *affinités* qui sont un des objets les plus importans de la chimie, proviennent de l'*attraction dans les petites distances*; car elles ne font qu'une tendance des parties constituantes & intégrantes des corps à s'unir mutuellement; on en distingue de plusieurs espèces dont il a été fait mention à l'article AFFINITÉ. *Voyez* ce mot. Les loix des affinités de différens noms se réduisent à celle de l'attraction universelle, selon plusieurs Newtoniens, & ne varient que par l'effet des figures des parties constituantes, parce que cette figure entre comme élément dans la distance; & c'est à cette idée lumineuse qu'on doit rapporter tous les phénomènes de la dissolution & de la cristallisation.

La réalité des affinités, l'existence de l'attraction sont bien prouvées par les expériences suivantes. Dans un grand gobelet de verre contenant de l'esprit-de-nitre concentré, mettez une petite lame d'argent, bientôt celle-ci sera dissoute; plongez ensuite une ou plusieurs petites lames de cuivre, comme l'acide nitreux attire le cuivre plus fortement que l'argent, il abandonnera ce dernier métal qui se précipitera au fond du vase, & s'emparera du cuivre qu'il dissoudra; mettez ensuite de la limaille de fer bien pure dans cette dissolution cuivreuse, l'esprit-de-nitre attaquant le fer, laissera tomber le cuivre en précipité pour s'unir au fer. Si on plonge après cela du zinc dans la liqueur, l'affinité de l'esprit-de-nitre étant plus forte avec ce demi-métal, le dissolvant s'emparera du zinc & abandonnera le fer. Jettez des yeux d'écrevisse, le zinc se précipitera; & en versant de l'esprit-urineux sur la dissolution des yeux d'écrevisse, la matière de celle-ci se précipitera au fond du vase. Enfin si sur la dernière dissolution on jette quelque sel alkali fixe, on verra bientôt le sel volatil urineux se séparer du dissolvant qui s'emparera du sel alkali fixe, pour lequel il a une plus grande affinité. Cette série d'affinités & d'attractions, qui sont progressivement plus grandes & qui produisent une suite de précipitations sensibles, démontre, en quelque sorte, aux yeux même, la réalité de l'attraction des parties intégrantes des corps, les unes sur les autres.

Les dissolutions chimiques sont des effets & des preuves de l'attraction. La dissolution consiste en ce que les parties intégrantes d'un corps s'unissent avec les parties intégrantes d'un corps de nature différente; de sorte qu'il résulte de cette union ou combinaison, un nouveau composé qui participe de la nature du dissolvant & du corps qui a été dissous: la dissolution est donc l'acte même de la combinaison. La dissolution emporte avec elle une action réciproque des deux corps qui se combinent, & cette action est une tendance mutuelle des parties intégrantes des deux corps à s'unir; tendance à l'union qui n'est autre chose que l'attraction, ainsi qu'on l'a vu dans la définition; tendance qui après la dissolution produit une adhérence entre ces mêmes parties des deux corps.

Si, par exemple, il s'agit d'une dissolution d'un sel dans l'eau, ce fluide divise & dissout le sel, parce que les parties du sel ont plus d'affinité avec les molécules de l'eau que les parties de celles-ci n'en ont entr'elles; les molécules du sel attirant les parties intégrantes de l'eau avec plus de force que ces dernières ne s'attirent entr'elles. Alors les particules d'eau prenant la place des molécules séparées du sel, celles-ci nagent dans le fluide dans lequel la dissolution sera parfaite, lorsque toutes les molécules du sel seront unies à celles de l'eau, chacune à chacune. Ainsi, dans une dissolution, il y a d'abord séparation des parties qui étoient unies, & ensuite union des parties qui n'étoient point combinées. Voyez DISSOLUTION.

Les dissolutions des métaux par les acides se font également par les mêmes principes ; quoique les métaux soient plus denses & moins poreux que les sels ; leurs parties intégrantes laissent néanmoins un grand nombre de petits vuides qui permettent aux molécules des acides de s'y insinuer de telle sorte, que l'action réciproque des molécules du dissolvant & du corps à dissoudre, peut s'exercer mutuellement, produire une division & ensuite une nouvelle union.

La formation des *coagulum* dépend encore de l'attraction. L'esprit-d'urine mêlé avec l'esprit-de-vin très-rectifié, produit à l'instant un solide comme la glace. L'esprit-de-vin avec le blanc d'œuf ou avec la sérosité du sang, forme aussi un *coagulum*.

Les cristallisations dépendent de la même cause de l'attraction, on vient de voir que les affinités chimiques, que les dissolutions sont produites par le grand principe de l'attraction, que la cohérence & l'adhérence en sont aussi des effets immédiats ; or, d'après ces faits, il est impossible que les cristallisations ne dépendent de même de l'attraction universelle & mutuelle dans les petites distances. La cristallisation en général est l'arrangement régulier des parties de tous les corps qui en sont susceptibles ; et pour que cet arrangement ait lieu, il faut que toutes ces parties intégrantes soient séparées les unes des autres par l'interposition d'un fluide qui, les tenant en dissolution, ne s'oppose pas, mais plutôt leur facilite le moyen d'exercer réciproquement leurs forces attractives, selon certains côtés où le contact est plus grand ; d'où résultera une masse d'une figure particulière & régulière. Les parties des corps susceptibles de cristallisations sont toutes similaires ; pour se réunir régulièrement, elles doivent être en équilibre dans un fluide ; & de plus, il faut qu'il y ait une soustraction successive & lente d'une portion de ce fluide dissolvant, afin que les parties soient déterminées à se rapprocher et à se réunir entr'elles, selon les côtés qui rendent plus grandes la surface du contact. *Voyez* CRISTALLISATION.

Presque tous les corps de la nature sont susceptibles de cristallisation ; les sels, les pierres, les pyrites, les métaux, ainsi que Linnée l'a, le premier, démontré dans le premier volume de ses *Amœnitates Academicæ*. Ces cristallisations diverses dépendent des mêmes principes généraux, avec cette différence, que les matières salines proprement dites, & celles qui sont terreuses & pierreuses, doivent être dissoutes dans l'eau ; tandis que celles qui sont pyriteuses & métalliques, doivent être ordinairement en dissolution dans le feu, qui est un des plus puissans menstrues ou dissolvans. On voit cependant de très-belles espèces de cristallisations, par le moyen de la précipitation, ainsi qu'on l'a dit à l'article ARBRE DE DIANE.

On verra aussi que la glace, la neige, la grêle, le givre, &c. sont autant de cristallisations ; & c'est ainsi que l'attraction est un principe fécond dans l'univers, qui est un ressort universel qui produit tous les grands phénomènes de la nature, sur la terre comme dans les espaces célestes.

En un mot, l'attraction, dans les petites distances, est prouvée 1°. par la force attractive des solides entr'eux ; 2°. par celles des fluides entr'eux, & 3°. par celle des fluides unies à celles des solides.

On trouvera de plus grands détails sur plusieurs des preuves que nous venons de rapporter dans les articles auxquels on a renvoyé pour éviter les répétitions. Ainsi, en parlant des *comètes*, des *tubes capillaires*, *&c. &c.* on verra une exposition des principales observations, des principaux phénomènes connus, desquels on ne peut s'empêcher de conclure l'existence de l'attraction. *Voyez* encore l'article *Newtonianisme*.

Comme l'article *attraction* de la première encyclopédie a été fait par M. d'Alembert, & que plusieurs lecteurs seroient probablement fâchés qu'on l'eût ici supprimé, nous allons en enrichir ce dictionnaire ; on en a retranché seulement quelques généralités qui sont au commencement. On y retrouvera indiquées environ trois ou quatre expériences qu'on vient de voir exposées avec plus de détail ; mais si on les eût omises, on auroit été obligé de rompre l'enchaînement de ce morceau ; d'ailleurs, il y a souvent des circonstances de ces faits qu'on sera charmé de connoître.

Toutes les parties des fluides s'attirent mutuellement, comme il paroît, par la tenacité & la rondeur de leurs gouttes, si l'on en excepte l'air, le feu & la lumière, qu'on n'a jamais vu sous la forme de gouttes. Ces mêmes fluides se forment en gouttes dans le vuide comme dans l'air ; ils attirent les corps solides & en sont réciproquement attirés ; d'où il paroît que la vertu attractive se trouve répandue par-tout. Qu'on mette, l'une sur l'autre, deux glaces de miroir bien unies, bien nettes & bien sèches, on trouvera alors qu'elles tiennent ensemble avec beaucoup de force, de sorte qu'on ne peut les séparer l'une de l'autre qu'avec peine. La même chose arrive dans le vuide, lorsqu'on retranche une petite portion de deux balles de plomb, en sorte que leurs surfaces deviennent unies à l'endroit de la section, & qu'on les presse ensuite l'une contre l'autre avec la main, en leur faisant faire en même-temps la quatrième partie d'un tour, on remarque que ces balles tiennent ensemble avec une force de quarante à cinquante livres. En géneral, tous les corps dont les surfaces sont unies, sèches & nettes & principalement les métaux, se collent & s'attachent mutuellement l'un à l'autre quand on les approche, desorte qu'il faut quelque force pour les séparer. *Musch. Essai de Physique.*

Les corps s'attirent réciproquement, non-seulement lorsqu'ils se touchent, mais aussi lorsqu'ils sont à une certaine distance les uns des autres; car mettez entre les deux glaces de miroir, dont nous venons de parler, un fil de soie fort fin; alors ces deux glaces ne pourront pas se toucher puisqu'elles seront éloignées l'une de l'autre de toute l'épaisseur du fil; cependant on ne laissera pas de voir que ces deux glaces s'attirent mutuellement quoiqu'avec moins de force que lorsqu'il n'y avoit rien entr'elles: mettez entre les glaces deux fils que vous aurez tordus ensemble, ensuite trois fils tordus de même, & vous verrez que l'attraction diminuera à mesure que les glaces s'éloigneront l'une de l'autre. *Mussch. ibid.*

On peut faire voir, d'une manière bien sensible, cette vertu attractive par une expérience curieuse: prenez un corps solide & opaque, qui finisse en pointe, soit de métal, soit de pierre ou même de verre, si des rayons de lumière parallèles passent tout près de la pointe ou du tranchant de ce corps dans une chambre obscure, alors le rayon qui se trouvera tout près de la pointe sera attiré avec beaucoup de force vers le corps, & après s'être détourné de son chemin, il en prendra un autre, étant brisé par l'attraction que ce corps exerce sur lui. Le rayon un peu plus éloigné de la pointe, est aussi attiré, mais moins que le précédent, & ainsi il sera moins rompu & s'écartera moins de son chemin. Le rayon suivant, qui est encore plus éloigné, sera aussi moins attiré & moins détourné de sa première route; enfin, à une certaine distance fort petite, il y aura un rayon qui ne sera pas attiré du tout, ou du moins sensiblement, & qui conservera, sans se rompre, sa direction primitive. *Mussch. ibid.*

C'est à M. Newton que nous devons la découverte de cette dernière espèce d'attraction, qui n'agit qu'à de très-petites distances connues, comme c'est à lui que nous devons la connoissance plus parfaite de l'autre qui agit à des distances considérables. En effet, les loix du mouvement & de la percussion des corps sensibles dans les différentes circonstances où nous pouvons les supposer, ne paroissent pas suffisantes pour expliquer les mouvemens intestins des particules des corps, d'où dépendent les differens changemens qu'ils subissent dans leurs contextures, leurs couleurs & leurs propriétés; ainsi notre philosophie seroit nécessairement en défaut, si elle étoit fondée sur le principe seul de la gravitation, porté même aussi loin qu'il est possible. *Voyez* LUMIÈRE, COULEUR, &c.

Mais outre les loix ordinaires du mouvement dans les corps sensibles, les particules dont ces corps sont composés, en observent d'autres qu'on n'a commencé à remarquer que depuis peu de temps, & dont on n'a encore qu'une connoissance fort imparfaite. M. Newton, à la pénétration duquel nous en devons la première idée, s'est presque contenté d'en établir l'existence; & après avoir prouvé qu'il y a des mouvemens dans les petites parties des corps, il ajoute que ces mouvemens proviennent de certaines puissances ou forces qui paroissent différentes de toutes les forces que nous connoissons.

« C'est en vertu de ces forces, selon lui, que les petites particules des corps agissent les unes sur les autres, même à une certaine distance, & produisent par-là plusieurs phénomènes de la nature: les corps sensibles, comme nous l'avons déja remarqué, agissent mutuellement les uns sur les autres; & comme la nature agit d'une manière toujours constante & uniforme, il est fort vraisemblable qu'il y a beaucoup de forces de la même espèce; celles dont nous venons de parler s'étendent à des distances assez sensibles pour pouvoir être remarquées par des yeux vulgaires: mais il peut y en avoir d'autres qui agissent à des distances trop petites, pour qu'on ait pu les observer jusqu'ici, & l'électricité, par exemple, agit peut-être à de telles distances, même sans être excitée par le frottement. »

Cet illustre Auteur confirme cette opinion par un grand nombre de phénomènes & d'expériences, qui prouvent clairement, selon lui, qu'il y a une puissance & une action attractive entre les particules, par exemple, du sel & de l'eau, entre celles de vitriol & de l'eau, du fer & de l'eau-forte, de l'esprit de vitriol & de salpêtre. Il ajoute que cette puissance n'est pas d'une égale force dans tous les corps; qu'elle est plus forte, par exemple, entre les particules du sel de tartre & celles de l'eau-forte, qu'entre les particules du sel de tartre & celles de l'argent; entre l'eau-forte & la pierre calaminaire, qu'entre l'eau-forte & le fer; entre l'eau-forte & le fer, qu'entre l'eau-forte & le cuivre, encore moindre entre l'eau-forte & l'argent, ou entre l'eau-forte & le mercure; de même l'esprit de vitriol agit sur l'eau, mais il agit encore davantage sur le fer ou sur le cuivre.

Il est facile d'expliquer, par l'attraction mutuelle, la rondeur que les gouttes d'eau affectent; car, comme ces parties doivent s'attirer toutes également & en tout sens, elles doivent tendre à former un corps dont tous les points de la surface soient à distance égale de son centre. Ce corps seroit parfaitement sphérique, si les parties qui le composent étoient sans pesanteur; mais cette force qui les fait descendre en en-bas, oblige la goutte de s'alonger un peu; & c'est pour cette raison que les gouttes de fluide attaché à la surface inférieure des corps dont le grand axe est vertical prennent une figure un peu ovale. On remarque aussi cette même figure dans les gouttes d'eau qui sont placées sur la surface supérieure d'un plan

horisontal; mais alors le petit axe de cette figure est vertical & sa surface inférieure, c'est-à-dire, celle qui touche le plan, est plane, ce qui vient tant de la pesanteur des particules de l'eau, que de l'attraction des corps sur lesquels elles sont placées, qui attèrent l'effet de leur attraction mutuelle. Aussi, moins la surface sur laquelle la goutte est placée a de force pour attirer ses parties, plus la goutte reste rouge, ronde : c'est pour cette raison que les gouttes d'eau qu'on voit sur quelques feuilles de plantes, sont parfaitement rondes, au lieu que celles qui se trouvent sur du verre sur des métaux ou sur des pierres ne sont qu'à demi-rondes ou quelquefois encore moins. Il en est de même du mercure qui se partage sur le papier en petites boules parfaitement rondes, au lieu qu'il prend une figure aplatie lorsqu'il est mis sur du verre ou sur quelque autre métal, plus les gouttes sont petites, moins elles ont de pesanteur, & par conséquent, lorsqu'elles viendront à s'attirer, elles formeront un globule plus long que celui qui sera formé par les grosses gouttes, comme on pourroit le démontrer plus au long, & comme l'expérience le confirme. Il est à remarquer que tous ces phénomènes s'observent également dans l'air & dans le vide. *Mussch.*

On peut s'assurer encore de la force avec laquelle les particules d'eau s'attirent, en prenant une phiole dont le cou soit fort étroit, & n'ait pas plus de deux lignes de diamètre, & en renversant cette phiole après l'avoir remplie d'eau; car on remarquera alors qu'il n'en sort pas une seule goutte.

Comme dans une goutte d'eau les parties qui s'attirent réciproquement ne restent pas en repos avant que d'avoir formé une petite boule, de même aussi deux gouttes d'eau situées l'une proche de l'autre, & légèrement attirées par la surface sur laquelle elles se trouvent, se précipiteront l'une vers l'autre par leur attraction mutuelle; & dans l'instant même de leur premier contact, elles se réuniront & formeront une boule, comme on l'observe; en effet, la même chose arrive à deux gouttes de mercure.

Lorsqu'on verse ensemble les parties de divers liquides, elles s'attirent mutuellement; celles qui se touchent alors tiennent l'une à l'autre par la force avec laquelle elles agissent; c'est pourquoi les liquides pourront, en ce cas, se changer en un corps solide qui sera d'autant plus dur, que l'attraction aura été plus forte, ainsi ces liquides se coaguleront. *Mussch.*

Lorsqu'on a fait dissoudre des parties de sel dans une grande quantité d'eau, elles sont attirées par l'eau avec plus de force qu'elles ne peuvent s'attirer mutuellement, & elles restent séparées assez loin les unes des autres; mais lorsqu'on fait évaporer une grande quantité de cette même eau, soit par la chaleur du soleil, soit par celle du feu, soit par le moyen du vent, il s'élève sur la surface de l'eau une pellicule fort mince, formée par des particules de sel qui se tiennent en haut & dont l'eau s'est évaporée. Cette pellicule, qui n'est composée que des parties de sel, peut alors attirer & séparer de l'eau, qui est au-dessous, différentes particules salines, avec plus de force que ne pouvoit faire auparavant cette même eau déja diminuée de volume; car par l'évaporation d'une grande quantité d'eau, les parties salines se rapprochent davantage, & s'unissent beaucoup plus qu'auparavant; & l'eau se trouvant en moindre quantité, elle a aussi moins de force pour pouvoir agir sur les parties salines qui sont alors attirées en haut vers la pellicule de sel à laquelle elles se joignent; cette petite peau devient par conséquent plus épaisse & plus pesante que le liquide qui est au-dessous, puisque la pesanteur spécifique des parties salines est beaucoup plus grande que celle de l'eau; ainsi, dès que cette peau est devenue fort pesante, elle se brise en pièces, ces morceaux tombent au fond & continuent d'attirer d'autres parties salines; d'où il arrive qu'augmentant encore de volume, ils se forment en grosses masses de différentes grandeurs, appelées cristaux. *Mussch.*

L'air, quoiqu'il doive surnager tous les liquides que nous connoissons, & qui sont beaucoup plus pesans que lui, ne laisse pas d'en être attiré & de se mêler avec eux; & M. Petit a fait voir, par plusieurs expériences, de quelle manière il est adhérant aux corps fluides, & se colle, pour ainsi dire, aux corps solides. *Mémoire Acad.*

Les effervescences qui arrivent lorsqu'on mêle ensemble différens liquides, nous donnent un exemple remarquable de ces sortes d'attractions entre les petites parties des fluides; on en verra ci-dessous une explication un peu plus détaillée.

Il n'est pas non plus fort difficile de prouver que les liquides sont attirés par les corps solides; en effet, qu'on verse de l'eau dans un verre fort net, on remarquera qu'elle est attirée sur les côtés contre lesquels elle monte, & auxquels elle s'attache, de sorte que la surface de la liqueur est plus basse au milieu que celle qui touche les parois du verre & qui devient concave : au contraire, lorsqu'on verse du mercure dans un verre, sa surface devient convexe, étant plus haute au milieu que proche les parois du verre; ce qui vient de ce que les parties du mercure s'attirent réciproquement avec plus de force qu'elles ne sont attirées par le verre.

Si l'on prend un corps solide bien net & qui ne soit pas gras, qu'on le plonge dans un li-

quide & qu'ensuite on le lève fort doucement, & qu'on l'en retire, la liqueur y restera attachée, même quelquefois à une hauteur assez considérable; ensorte qu'il reste entre le corps & la surface du liquide, une petite colonne qui y demeure suspendue; cette colonne se détache & retombe lorsqu'on a élevé le corps assez haut pour que la pesanteur de la colonne l'emporte sur la force attractive. *Mussch.*

La force avec laquelle le verre attire les fluides, se manifeste principalement dans les expériences sur les tuyaux capillaires. *Voyez* TUYAUX CAPILLAIRES.

Il y a une infinité d'autres expériences qui constatent l'existence de ce principe d'attraction entre les particules des corps.

Toutes ces actions, en vertu desquelles les particules des corps tendent les unes vers les autres, sont appelées en général par Newton, du nom indéfini d'attraction, qui est également applicable à toutes les actions par lesquelles les corps sensibles agissent les uns sur les autres, soit par impulsion ou par quelque autre force moins connue: & par-là, cet auteur explique une infinité de phénomènes, qui seroient inexplicables par le seul principe de la gravité; tels sont la cohésion, la dissolution, la coagulation, la cristallisation, l'ascension des fluides dans les tuyaux capillaires, les secrétions animales, la fluidité, la fixité, la fermentation, &c. *Voyez* les articles COHÉSION, DISSOLUTION, COAGULATION, CRISTALLISATION, &c.

« En admettant ce principe, ajoute cet illustre auteur, on trouvera que la nature est par-tout conforme à elle-même, & très-simple dans ses opérations, qu'elle produit dans tous les grands mouvemens des corps célestes par l'attraction de la gravité qui agit sur les corps, & presque tous les petits mouvemens de leurs parties, par le moyen de quelque autre puissance attractive répandue dans ces parties; sans ce principe il n'y auroit point de mouvement dans le monde, & sans la continuation de l'action d'une pareille cause, le mouvement périroit peu-à-peu, puisqu'il devroit continuellement décroître & diminuer, si ces puissances actives n'en reproduisoient sans cesse de nouveaux. OPTIQUE, *pag.* 373.

Il est facile de juger après cela combien sont injustes ceux des philosophes modernes qui se déclarent hautement contre le principe de l'attraction, sans en apporter d'autre raison, sinon qu'ils ne conçoivent pas comment un corps peut agir sur un autre qui en est éloigné. Il est certain que dans un grand nombre de phénomènes, les philosophes ne reconnoissent point d'autre action que celle qui est produite par l'impulsion & le contact immédiat; mais nous voyons dans la nature plusieurs effets sans y remarquer d'impulsion; souvent même nous sommes en état de prouver que toutes les explications qu'on peut donner de ces effets, par le moyen des lois communes de l'impulsion, sont chimériques & contraires aux principes de la mécanique la plus simple. Rien n'est donc plus sage & plus conforme à la vraie philosophie, que de suspendre notre jugement sur la nature de la force qui produit ces effets. Par-tout où il y aura un effet, nous pouvons conclure qu'il y a une cause, soit que nous la voyons ou que nous ne la voyons pas; mais quand la cause est inconnue, nous pouvons considérer simplement l'effet, sans avoir égard à la cause; & c'est même à quoi il semble qu'un philosophe doit se borner en pareil cas; car d'un côté ce seroit laisser un grand vide dans l'histoire de la nature, que de nous dispenser d'examiner un grand nombre de phénomènes, sous prétexte que nous en ignorons la cause; & de l'autre, ce seroit nous exposer à faire un roman que de vouloir raisonner sur des causes qui nous sont inconnues. Les phénomènes de l'attraction sont donc la matière des recherches physiques; & en cette qualité, ils doivent faire partie d'un système de physique; mais la cause de ce phénomène n'est du ressort du physicien que quand elle est sensible, c'est-à-dire, quand elle paroît elle-même être l'effet de quelque cause plus relevée; (car la cause immédiate d'un effet ne paroît elle-même qu'un effet, la première cause étant invisible) ainsi nous pouvons supposer autant de causes d'attraction qu'il nous plaira, sans que cela puisse nuire aux effets. L'illustre Newton semble même être indécis sur la nature de ces causes; car il paroît quelquefois regarder la gravité comme l'effet d'une cause immatérielle, (Opt. pag. 343 &c.) & quelquefois il paroît la regarder comme l'effet d'une cause matérielle. *Ibid.* pag. 325.

Dans la philosophie Newtonienne, la recherche de la cause est le dernier objet qu'on a en vue, jamais on ne pense à la trouver que quand les lois de l'effet & les phénomènes sont bien établis, parce que c'est par les effets seuls, remonter jusqu'à la cause, les actions même, les plus palpables & les plus sensibles, n'ont point une cause entièrement connue; les plus profonds philosophes ne sauroient concevoir comment l'impulsion produit le mouvement, c'est-à-dire, comment le mouvement d'un corps passe dans un autre par le choc; cependant la communication du mouvement par l'impulsion, est un principe admis, non-seulement en philosophie, mais même en mathématique; & même une grande partie de la mécanique élémentaire a pour objet les lois & les effets de cette communication. *Voyez* PERCUSSION & COMMUNICATION DE MOUVEMENT.

Concluons donc que quand les phénomènes sont suffisamment établis, les autres espèces d'effets où l'on ne remarque point d'impulsion, ont le

même droit de passer de la physique dans les mathématiques, sans qu'on s'embarrasse d'en approfondir les causes qui sont peut-être au-dessus de notre portée; il est permis de les regarder comme causes occultes, (car toutes les causes le sont à parler exactement) & de s'en tenir aux effets qui sont la seule chose immédiatement à notre portée.

Newton a donc éloigné avec raison de sa philosophie cette discussion étrangère & métaphysique; & malgré tous les reproches qu'on a cherché à lui faire là-dessus, il a la gloire d'avoir découvert dans la mécanique un nouveau principe qui, étant bien approfondi, doit être infiniment plus étendu que ceux de la mécanique ordinaire; c'est de ce principe seulement que nous pouvons attendre l'explication d'un grand nombre de changemens qui arrivent dans les corps, comme productions, générations, corruptions, &c. en un mot, de toutes les opérations surprenantes de la chimie.

Quelques philosophes anglois ont approfondi les principes de l'attraction. M. Keil, en particulier, a tâché de déterminer quelques-unes des lois de cette nouvelle cause, & d'expliquer par ce moyen plusieurs phénomènes généraux de la nature, comme la cohésion, la fluidité, l'élasticité, la fermentation, la molesse, la coagulation. M. Friend, marchant sur ses traces, a encore fait une application plus étendue de ces mêmes principes aux phénomènes de la chimie. Aussi quelques philosophes ont-ils été tentés de regarder cette nouvelle mécanique comme une science complète, & de penser qu'il n'y a presque aucun effet physique dont la force attractive ne fournisse une application immédiate.

Les particules salines qui se touchoient, sont un peu désunies par l'effusion de l'eau; or, comme ces particules s'attirent l'une l'autre plus fortement qu'elles n'attirent les particules de l'eau, & qu'elles ne sont pas également attirées en tout sens, elles doivent nécessairement se mouvoir & fermenter.

C'est ainsi qu'il se fait une si violente ébullition, lorsqu'on ajoute à ce mélange de la limaille d'acier; car les particules d'acier sont fort élastiques & sont par conséquent réfléchies avec beaucoup de force.

On voit aussi pourquoi certaines menstrues agissent plus fortement & dissolvent plus promptement le corps lorsque ces menstrues ont été mêlés avec l'eau. Cela s'observe lorsqu'on verse sur le plomb ou sur quelques autres métaux de l'huile de vitriol, de l'eau-forte, de l'esprit de nitre rectifié; car ces métaux ne se dissoudront qu'après qu'on y aura versé de l'eau.

XXI. Si les corpuscules qui s'attirent mutuellement l'un l'autre, n'ont point de force élastique, ils ne seront point réfléchis; mais ils se joindront en petites masses, d'où naîtra la coagulation.

Si la pesanteur des particules ainsi réunies surpasse la pesanteur du fluide, la précipitation s'ensuivra. *Voyez* PRÉCIPITATION.

XXII. Si des corpuscules nageant dans un fluide s'attirent mutuellement, & si la figure de ces corpuscules est telle que quelques-unes de leurs parties aient plus de force attractive que les autres, & que le contact soit aussi plus fort dans certaines parties que dans d'autres, ces corpuscules s'uniront en prenant de certaines figures; ce qui produira la cristallisation. *Voyez* CRISTALLISATION.

Des corpuscules qui sont plongés dans un fluide dont les parties ont un mouvement progressif, égal & uniforme, s'attirent mutuellement de la même manière que si le fluide étoit en repos; mais si toutes les parties du fluide ne se meuvent point également, l'attraction des corpuscules ne sera plus la même.

C'est pour cette raison que les sels ne se cristallisent point, à moins que l'eau où on les met ne soit froide.

XXIII. Si entre deux particules de fluide se trouve placé un corpuscule dont les deux côtés opposés ayent une grande force attractive, ce corpuscule forcera les particules de fluide de s'unir & de se conglutiner avec lui; & s'il y a plusieurs corpuscules de cette sorte répandus dans le fluide, ils fixeront toutes les particules du fluide, & en feront un corps solide, & le fluide sera gelé ou changé en glace. *Voyez* GLACE.

XXIV. Si un corps envoie hors de lui une grande quantité de corpuscules dont l'attraction soit très-forte, ces corpuscules, lorsqu'ils approcheront d'un corps fort léger, surmonteront par leur attraction la pesanteur de ce corps, & attireront à eux, & comme les corpuscules sont en plus grande abondance à de petites distances du corps qu'à de plus grandes, le corps léger sera continuellement tiré vers l'endroit où l'émanation est la plus dense, jusqu'à ce qu'enfin il vienne s'attacher au corps même d'où les émanations partent. *Voyez* ÉMANATION.

Par-là on peut expliquer plusieurs phénomènes de l'électricité. *Voyez* ÉLECTRICITÉ.

Nous avons cru devoir rapporter ici ces différens théorèmes sur l'attraction, pour faire voir comment on a taché d'expliquer, à l'aide de ce principe plusieurs phénomènes de chimie: nous ne prétendons point cependant garantir aucune de ces explications, & nous avouerons même que la plupart d'entr'elles ne paroissent point avoir cette précision & cette clarté qui sont nécessaires dans l'exposition des causes des phénomènes de la nature.

Il eſt pourtant permis de croire que l'attraction peut avoir beaucoup de part aux effets dont il s'agit, & la manière dont on croit qu'elle peut y ſatisfaire eſt encore moins vague que celle dont on prétend les expliquer dans d'autres ſyſtêmes. Quoi qu'il en ſoit, le parti le plus ſage eſt ſans doute de ſuſpendre encore ſon jugement ſur ces choſes de détail, juſqu'à ce que nous ayons une connoiſſance plus parfaite des corps & de leurs propriétés.

Voici donc pour ſatisfaire à ce que nous avons promis au commencement de cet article, ce qu'il nous ſemble qu'on doit penſer ſur l'attraction.

Tous les philoſophes conviennent qu'il y a une force qui fait tendre les planètes premières vers le ſoleil, & les planètes ſecondaires vers leurs planètes principales. Comme il ne faut point multiplier les principes ſans néceſſité, & que l'impulſion eſt le principe le plus connu & le moins conteſté du mouvement des corps, il eſt clair que la première idée d'un philoſophe doit être d'attribuer cette force à l'impulſion d'un fluide. C'eſt à cette idée que les tourbillons de Deſcartes doivent leur naiſſance; & elle paroiſſoit d'autant plus heureuſe, qu'elle expliquoit à-la-fois le mouvement de tranſlation des planètes par le mouvement circulaire de la matière du tourbillon, & leur tendance vers le ſoleil par la force centrifuge de cette matière. Mais ce n'eſt pas aſſez pour une hypothèſe de ſatisfaire aux phénomènes en gros, pour ainſi dire, & d'une manière vague. Les détails en ſont la pierre de touche, & ces détails ont été la ruine du ſyſtême cartéſien. *Voyez* PESANTEUR, TOURBILLON, CARTÉSIANISME.

Il faut donc renoncer aux tourbillons, quelque agréable que le ſpectacle en paroiſſe. Il y a plus, on eſt preſque forcé de convenir que les planètes ne ſe meuvent point en vertu de l'action d'un fluide; car de quelque manière qu'on ſuppoſe que ce fluide agiſſe, on ſe trouve expoſé de tous côtés à des difficultés inſurmontables; le ſeul moyen de s'en tirer, ſeroit de ſuppoſer un fluide qui fût capable de pouſſer dans un ſens, & qui ne réſiſtât pas dans un autre; mais le remède, comme l'on voit, ſeroit pire que le mal. On eſt donc réduit à dire que la force qui fait tendre les planètes vers le ſoleil, vient d'un principe inconnu, & ſi l'on veut, d'une *qualité occulte*, pourvu qu'on n'attache point à ce mot d'autre idée que celle qu'il préſente naturellement; c'eſt-à-dire, d'une cauſe qui nous eſt cachée. C'eſt vraiſemblablement le ſens qu'Ariſtote y attachoit, en quoi il a été plus ſage que ſes ſectateurs & que bien des philoſophes modernes.

Nous ne dirons donc point, ſi l'on veut, que l'attraction eſt une propriété primordiale de la matière; mais nous nous garderons bien auſſi d'affirmer que l'impulſion ſoit le principe néceſſaire des mouvemens des planètes. Nous avouons même que ſi nous étions forcés de prendre un parti, nous pencherions bien plutôt pour le premier que pour le ſecond, puiſqu'il n'a pas été encore poſſible d'expliquer, par le principe de l'impulſion, les phénomènes céleſtes; & que l'impoſſibilité même de les expliquer par ce principe, eſt appuyé ſur des preuves très-fortes, pour ne pas dire ſur des démonſtrations.

Si Newton paroît indécis en quelques endroits de ſes ouvrages, ſur la nature de la force attractive, s'il avoue même qu'elle peut venir d'une impulſion, il y a lieu de croire que c'étoit une eſpèce de tribut qu'il vouloit bien payer au préjugé, ou ſi l'on veut, à l'opinion générale de ſon ſiècle; & l'on peut croire qu'il avoit pour l'autre ſentiment une ſorte de prédilection, puiſqu'il a ſouffert que M. Côtes, ſon diſciple, adoptât ce ſentiment ſans aucune réſerve, dans la préface qu'il a miſe à la tête de ſa ſeconde édition des *Principes*, préface faite ſous les yeux de l'auteur, & qu'il paroît avoir approuvée. D'ailleurs Newton admet entre les corps céleſtes une attraction réciproque, & cette opinion ſemble ſuppoſer que l'attraction eſt une vertu inhérente aux corps. Quoi qu'il en ſoit, la force attractive, ſelon Newton, décroît en raiſon inverſe des quarrés des diſtances. Ce grand philoſophe a expliqué par ce ſeul principe une grande partie des phénomènes céleſtes; & tous ceux qu'on a tentés d'expliquer depuis par ce même principe, l'ont été avec une facilité & une exactitude qui tiennent du prodige. Le ſeul mouvement des apſides de la lune a paru, durant quelque temps, ſe refuſer à ce ſyſtême; mais ce point n'eſt pas encore décidé, au moment que nous écrivons ici, & je crois pouvoir aſſurer que le ſyſtême Newtonien en ſortira à ſon honneur. *Voyez* LUNE. Toutes les inégalités du mouvement de la lune, qui, comme l'on ſait, ſont très-conſidérables & en grand nombre, s'expliquent très-heureuſement dans le ſyſtême de l'attraction; je m'en ſuis aſſuré auſſi par le calcul, & je publierai bientôt mon travail.

Tous les phénomènes nous démontrent donc qu'il y a une force qui fait tendre les planètes les unes vers les autres. Ainſi nous ne pouvons nous diſpenſer de l'admettre; & quand nous ſerions forcés de la reconnoître comme primordiale & inhérente à la matière, j'oſe dire que la difficulté de concevoir une pareille cauſe ſeroit un argument bien foible contre ſon exiſtence. Perſonne ne doute qu'un corps qui en rencontre un autre, lui communique du mouvement; mais avons-nous une idée de la vertu par laquelle ſe fait cette communication? Les philoſophes ont, avec le vulgaire, bien plus de reſſemblance qu'ils ne s'imaginent. Le peuple ne s'étonne point de voir une pierre tomber, parce qu'il l'a toujours vu; de même

même les philosophes, parce qu'ils ont vu dès l'enfance les effets de l'impulsion, n'ont aucune inquiétude sur la cause qui les produit. Cependant, si tous les corps qui en rencontrent un autre s'arrêtoient sans lui communiquer du mouvement, un philosophe qui verroit pour la première fois un corps en pousser un autre, seroit aussi surpris.

Cependant, en tirant cette conséquence, il y auroit lieu de craindre qu'on ne se hâtât un peu trop: un principe si fécond a besoin d'être examiné encore plus à fond; & il semble qu'avant d'en faire l'application générale à tous les phénomènes, il faudroit examiner plus exactement ses loix & ses limites. L'attraction, en général, est un principe si complexe, qu'on peut, par son moyen, expliquer une infinité de phénomènes différens les uns des autres. Mais jusqu'à ce que nous en connoissions mieux les propriétés, il seroit peut-être bon de l'appliquer à moins d'effets, & de l'approfondir davantage. Il se peut faire que toutes les attractions ne se ressemblent pas, & que quelques-unes dépendent de certaines causes particulières, dont nous n'avons pu nous former jusqu'à présent aucune idée, parce que nous n'avons pas assez d'observations exactes, ou parce que les phénomènes sont si peu sensibles, qu'ils échappent à nos sens. Ceux qui viendront après nous, découvriront peut-être ces diverses sortes de phénomènes; c'est pourquoi nous devons rencontrer un grand nombre de phénomènes qu'il nous est impossible de bien expliquer, ou de démontrer avant que les causes aient été découvertes. Quant au mot d'attraction, on peut se servir de ce terme jusqu'à ce que la cause soit mieux connue.

Pour donner un essai du principe d'attraction, & de la manière dont quelques philosophes l'ont appliqué, nous joindrons ici les principales loix qui ont été données par Newton, M. Keil, M. Friend, &c.

Théorème Ier. Outre la force attractive qui retient les planètes & les comètes dans leurs orbites, il y en a une autre par laquelle les différentes parties dont les corps sont composés, s'attire mutuellement les unes les autres; & cette force décroît plus qu'en raison inverse du quarré de la distance.

Ce théorème, comme nous l'avons déjà remarqué, peut se démontrer par un grand nombre de phénomènes. Nous ne rappelerons ici que les plus simples & les plus communs: par exemple, la figure sphérique que les gouttes d'eau prennent, ne peut provenir que d'une pareille force. C'est par la même raison que deux boules de mercure s'unissent & s'incorporent en une seule, dès qu'elles viennent à se toucher, ou qu'elles sont fort près l'une de l'autre. C'est encore en vertu de cette force que l'eau s'élève dans les tuyaux capillaires, &c.

A l'égard de la loi précise de cette attraction on ne l'a point encore déterminée. Tout ce que l'on sait certainement, c'est qu'en s'éloignant du point de contact, elle décroît plus que dans la raison inverse du quarré de la distance, & que par conséquent elle suit une autre loi que la gravité. En effet, si cette force suivoit la loi de la raison inverse du quarré de la distance, elle ne seroit guère plus grande au point de contact que fort proche de ce point; car M. Newton a démontré dans ses principes mathématiques, que si l'attraction d'un corps est en raison inverse du quarré de la distance, cette attraction est finie au point de contact, & qu'ainsi elle n'est guère plus grande au point de contact qu'à une petite distance de ce point; au contraire, lorsque l'attraction décroît plus qu'en raison inverse du quarré de la distance, par exemple, en raison inverse du cube ou d'une autre puissance plus grande que le quarré, alors, selon les démonstrations de M. Newton, l'attraction est infinie au point de contact, & finie à une très-petite distance de ce point. Ainsi l'attraction au point de contact est beaucoup plus grande qu'elle n'est à une très-petite distance de ce même point. Or, il est certain par toutes les expériences, que l'attraction qui est très-grande au point de contact, devient presqu'insensible à une très-petite distance de ce point; d'où il s'ensuit que l'attraction dont il s'agit décroît en raison inverse d'une puissance plus grande que le quarré de la distance; mais l'expérience ne nous a point encore appris si la diminution de cette force suit la raison inverse du cube ou d'une autre puissance plus élevée.

II. La quantité de l'attraction dans tous les corps très-petits, est proportionnelle, toutes choses d'ailleurs égales, à la quantité de matières du corps attirant, parce qu'elle est en effet, ou du moins à très-peu-près, la somme ou le résultat des attractions de toutes les parties dont le corps est composé; ou, ce qui revient au même, l'attraction dans tous les corps fort petits, est comme leurs solidités, toutes choses d'ailleurs égales.

Donc, 1°. à distances égales, les attractions de deux corps très-petits seront comme leurs masses, quelque différence qu'il y ait d'ailleurs entre leur figure & leur volume.

2°. A quelque distance que ce soit, l'attraction d'un corps très-petit est comme sa masse, divisée par le quarré de la distance.

Il faut observer que cette loi, prise rigoureusement, n'a lieu qu'à l'égard des atomes ou des plus petites parties composantes des corps, que quelques-uns appellent particules de la dernière composition, & non pas à l'égard des corpuscules faits de ces atomes.

Car lorsqu'un corps est d'une grandeur finie, l'attraction qu'il exerce sur un point placé à une certaine distance, n'est autre chose que le résultat des attractions que toutes les parties du corps

attirant exercent sur ce point, & qui, en se combinant toutes ensemble, produisent sur ce point une force ou une tendance unique dans une certaine direction. Or, comme toutes les particules dont ce corps attirant est composé, sont différemment situées par rapport au point qu'elles attirent, toutes les forces que ces particules exercent, ont chacune une valeur & une direction différente; & ce n'est que par le calcul qu'on peut savoir si la force unique qui en résulte, est comme la masse totale du corps attirant, divisée par le quarré de la distance. Aussi cette propriété n'a-t-elle lieu que dans un très-petit nombre de corps, par exemple, dans les sphères de quelque grandeur qu'elles puissent être. M. Newton a démontré que l'attraction qu'elles exercent sur un point placé à une distance quelconque, est la même que si toute la matière étoit concentrée & réunie au centre de la sphère; d'où il s'ensuit que l'attraction d'une sphère est, en général, comme sa masse, divisée par le quarré de la distance qu'il y a du point attiré au centre de la sphère. Lorsque le corps attirant est fort petit, toutes ses parties sont censées être à la même distance du point attiré, & sont censées agir à-peu-près dans le même sens. C'est pour cela que dans les petits corps, l'attraction est censée proportionnelle à la masse divisée par le quarré de la distance.

Au reste, c'est toujours à la masse & non à la grosseur du volume, que l'attraction est proportionnelle; car l'attraction totale est la somme des attractions particulières des atomes dont un corps est composé. Or, ces atomes peuvent être tellement unis ensemble, que les corpuscules les plus solides forment les particules les plus légères, c'est-à-dire, que leurs surfaces n'étant point propres pour se toucher intimement, elles seront séparées par de si grands interstices, que la grosseur ne sera point proportionnelle à la quantité de matières.

III. Si un corps est composé de particules dont chacune ait une force attractive, décroissante en raison triplée ou plus que triplée des distances, la force avec laquelle une particule de matière sera attirée par ce corps au point de contact, sera infiniment plus grande que si cette particule étoit placée à une distance donnée du corps. M. Newton a démontré cette proposition dans ses principes, comme nous l'avons déjà remarqué. *Voyez* princip. mathem. sect. XIII, liv. I, proposition première.

IV. Dans la même supposition, si la force attractive qui agit à une distance assignable, a un rapport fini avec la gravité, la force attractive au point de contact, ou infiniment près de ce point, sera infiniment plus grande que la force de la gravité.

V. Mais si dans le point de contact, la force attractive a un rapport fini à la gravité, sa force à une distance assignable sera infiniment moindre que la force de la gravité, & par conséquent sera nulle.

VI. La force attractive de chaque particule de matière au point de contact, surpasse presqu'infiniment la force de la gravité, mais cependant n'est pas infiniment plus grande. De ce théorême & du précédent, il s'ensuit que la force attractive qui agit à une distance donnée quelconque, sera presque égale à zéro.

Par conséquent cette force attractive des corps terrestres ne s'étend que dans un espace extrêmement petit, & s'évanouit à une grande distance. C'est ce qui fait qu'elle ne peut rien déranger dans le mouvement des corps célestes qui en sont fort éloignés, & que toutes les planètes continuent sensiblement leurs cours, comme s'il n'y avoit point de force attractive dans les corps terrestres.

Où la force attractive cesse, la force répulsive commence, selon M. Newton, ou plutôt la force attractive se change en force répulsive. *Voyez* RÉPULSION.

VII. Supposons un corpuscule qui touche un corps, la force par laquelle ce corpuscule est poussé, c'est-à-dire, la force avec laquelle il est adhérent au corps qu'il touche, sera proportionnelle à la quantité du contact; car les parties un peu éloignées du point de contact, ne contribuent en rien à la cohésion.

Il y a donc différens degrés de cohésion, selon la différence qui peut se trouver dans le contact des particules; la force de cohésion est la plus grande qu'il est possible, lorsque la surface touchante est plane. En ce cas, toutes choses d'ailleurs égales, la force par laquelle le corpuscule est adhèrent, sera comme les parties des surfaces touchantes.

C'est pour cette raison que deux marbres parfaitement polis qui se touchent par leurs surfaces planes, sont difficiles à séparer, & ne peuvent l'être que par un poids fort supérieur à celui de l'air qui les presse.

VIII. La force de l'attraction croît dans les petites particules, à mesure que le poids & la grosseur de ces particules diminue; ou pour m'expliquer plus clairement, la force de l'attraction décroît moins à proportion que la masse, toutes choses d'ailleurs égales.

Car comme la force attractive n'agit qu'au point de contact, ou fort près de ce point, le moment de cette force doit être comme la quantité de contact, c'est-à-dire, comme la densité des parties, & la grandeur de leurs surfaces; or, les surfaces des corps croissent ou décroissent comme les carrés des diamètres, & les solidités comme les cubes de ces mêmes diamètres, par conséquent les plus petites

particules ayant plus de surface, à proportion de leur solidité, sont capables d'un contact plus fort, &c. les corpuscules dont le contact est le plus petit & le moins étendu qu'il est possible, comme les sphères infiniment petites, sont ceux qu'on peut séparer plus aisément l'un de l'autre.

On peut tirer de ce principe la cause de la fluidité; car regardant les parties des fluides comme de petites sphères ou globules très-polies, on voit que leur attraction & cohésion mutuelle doit être très-peu considérable, & qu'elles doivent être fort faciles à séparer & à glisser les unes sur les autres, ce qui constitue la fluidité. *Voyez* FLUIDITÉ, EAU, &c.

IX. La force par laquelle un corpuscule est attiré par un autre corps qui en est proche, ne reçoit aucun changement dans sa quantité, soit que la matière du corps attirant croisse ou diminue, pouvu que le corps attirant conserve toujours la même densité, & que le corpuscule demeure toujours à la même distance.

Car depuis que la puissance attractive n'est répandue que dans un fort petit espace, il s'ensuit que les corpuscules qui sont éloignés d'un autre, ne contribuent en rien pour attirer celui-ci; par conséquent le corpuscule sera attiré vers celui qui en est proche avec la même force, soit que les autres corpuscules y soient ou n'y soient pas, & par conséquent aussi qu'on en ajoute d'autres ou non.

Donc les particules auront différentes forces attractives, selon la différence de leur structure: par exemple, une particule percée dans sa longueur n'attirera pas si fort qu'une particule qui seroit entière; de même aussi la différence dans la figure en produira une dans la force attractive; ainsi une sphère attirera plus qu'un cône, qu'un cylindre, &c.

X. Supposons que la contexture d'un corps soit telle, que les dernières particules élémentaires dont il est composé, soient un peu éloignées de leur premier contact, par l'action de quelque force extérieure, comme par le poids ou l'impulsion d'un autre corps; mais sans acquérir en vertu de cette force un nouveau contact; dès que l'action de cette force aura cessé, ces particules tendant les unes vers les autres par leur force attractive, retourneront aussitôt à leur premier contact. Or, quand les parties d'un corps, après avoir été déplacés, retournent dans leur première situation, la figure du corps, qui avoit été changée par le dérangement des parties, se rétablit aussi dans son premier état; donc les corps qui ont perdu leur figure primitive, peuvent la recouvrer par l'attraction.

Par-là on peut expliquer la cause de l'élasticité; car quand les particules d'un corps ont été un peu dérangées de leur situation, par l'action de quelque force extérieure; sitôt que cette force cesse d'agir, les parties séparées doivent retourner à leur première place; & par conséquent le corps doit reprendre sa figure, &c. *Voyez* ÉLASTICITÉ, &c.

XI. Mais si la contexture d'un corps est telle que ses parties, lorsqu'elles perdent leur contact par l'action de quelque cause extérieure, en reçoivent un autre de même degré, de même force, ce corps ne pourra reprendre sa première figure: par là on peut expliquer en quoi consiste la molesse des corps.

XII. Un corps plus pesant que l'eau peut diminuer de grosseur à un tel point, que ce corps demeure suspendu dans l'eau sans descendre commo il le devroit faire, par sa propre pesanteur.

Par-là on peut expliquer pourquoi les particules salines, métalliques & les autres petits corps semblables, demeurent suspendus dans les fluides qui les dissolvent.

XIII. Les grands corps s'approchent l'un de l'autre avec moins de vîtesse que les petits corps; en effet, la force avec laquelle deux corps A, B, s'attirent, *fig.* 102, réside seulement dans les particules de ces corps les plus prochès; car les parties plus éloignées n'y contribuent en rien; par conséquent la force qui tend à mouvoir les corps A, B, n'est pas plus grande que celle qui tendroit à émouvoir les seules particules *c* & *d*. Or, les vîtesses des différens corps mus par une même force sont, en raison inverse, des masses de ces corps; car plus la masse à mouvoir est grande, moins cette force doit lui imprimer de vîtesse; donc la vîtesse avec laquelle le corps A tend à s'approcher de B, est à la vîtesse avec laquelle la particule *c* tendroit à se mouvoir vers B, si elle étoit détaché du corps A, comme la particule *c* est au corps A; donc la vîtesse du corps A est beaucoup moindre que celle qu'auroit la particule *c*, si elle étoit détachée du corps A.

C'est pour cela que la vîtesse avec laquelle deux petits corpuscules tendent à s'approcher l'un de l'autre, est en raison inverse de leurs masses; c'est aussi pour cette même raison que le mouvement des grands corps est naturellement si lent, parce que le fluide environnant, & les autres corps, adjacens le retardent & le diminuent considérablement; au lieu que les petits corps sont capables d'un mouvement beaucoup plus grand, & sont en état, par ce moyen, de produire un très-grand nombre d'effets, tant il est vrai que la force ou l'énergie de l'attraction est beaucoup plus considérable dans les petits corps que dans les grands. On peut aussi déduire du même principe la raison de cet axiome de chimie: les sels n'agissent que quand ils sont dissous.

XIV. Si un corpuscule placé dans un fluide est également attiré en tout sens par les particules environnantes, il ne doit recevoir aucun mouvement; mais s'il est attiré par quelques particules plus fortement que par d'autres, il doit se mouvoir vers le côté où l'attraction est la plus grande, & le mouvement qu'il aura, sera proportionné à l'inégalité d'attraction; c'est-à-dire, que plus cette inégalité sera grande, plus aussi le mouvement sera grand, & au contraire.

XV. Si des corpuscules nagent dans un fluide & qu'ils s'attirent les uns les autres avec plus de force qu'ils n'attirent les particules intermédiaires du fluide, & qu'il n'en sont attirés; ces corpuscules doivent s'ouvrir un passage à travers les particules du fluide, & s'approcher les uns des autres avec une force égale à l'excès de leur force attractive sur celle des parties du fluide.

XVI. Si un corps est plongé dans un fluide dont les particules soient attirées plus fortement par les parties du corps, que les parties du corps ne s'attirent mutuellement, & qu'il y ait dans ce corps un nombre considérable de pores ou d'interstices à travers lesquels les particules de fluide puissent passer, le fluide traversera ces pores. De plus, si la cohésion des parties du corps n'est pas assez forte pour résister à l'effort que le fluide fera pour les séparer, ce corps se dissoudra. *Voyez* DISSOLUTION.

Donc pour qu'un menstrue soit capable de dissoudre un corps donné, il faut trois conditions: 1°. que les parties du corps attirent les particules du menstrue plus fortement qu'elles ne s'attirent elles-mêmes les unes les autres; 2°. que les pores du corps soient perméables aux particules du menstrue; 3°. que la cohésion des parties du corps ne soit pas assez forte pour résister à l'effort & à l'irruption des particules du menstrue.

XVII. Les sels ont une grande force attractive, même lorsqu'ils sont séparés par beaucoup d'interstices qui laissent un libre passage à l'eau; par conséquent les particules de l'eau sont fortement attirées par les particules salines, de sorte qu'elles se précipitent dans les pores des parties salines, séparent ces parties, & dissolvent le sel. *Voyez* SEL.

XVIII. Si les corpuscules sont plus attirés par les parties du fluide, qu'ils ne s'attirent les uns les autres, ces corpuscules doivent s'éloigner les uns les autres, & se répandre çà & là dans le fluide.

Par exemple, si l'on dissout un peu de sel dans une grande quantité d'eau, les particules de sel, quoique d'une pesanteur spécifique, plus grande que celle de l'eau, se répandroit & se disperseroit dans toute la masse de l'eau, de manière que l'eau sera aussi salée au fond qu'à sa partie supérieure. Cela ne prouve-t-il pas que les parties de sel ont une force centrifuge ou répulsive par laquelle elles tendent à s'éloigner les unes des autres, ou plutôt qu'elles sont attirées par l'eau plus fortement qu'elles ne s'attirent les unes les autres? En effet, comme tout corps monte dans l'eau, lorsqu'il est moins attiré par sa gravité terrestre, que les parties de l'eau, de même que toutes les parties de sel qui flottent dans l'eau, & qui sont moins attirées par une partie quelconque de sel que les parties de l'eau ne le sont, toutes ces parties, dis-je, doivent s'éloigner de la partie de sel dont il s'agit, & laisser leur place à l'eau, qui en est plus attirée. Newton, *Optique*, *pag.* 363.

XIX. Si des corpuscules qui nagent dans un fluide, tendent les uns vers les autres, & que ces corpuscules soient élastiques, ils doivent, après s'être rencontrés, s'éloigner de nouveau jusqu'à ce qu'ils rencontrent d'autres corpuscules qui les réfléchissent; ce qui doit produire une grande quantité d'impulsions, de répercussions, & pour ainsi dire, de conflit entre ces corpuscules. Or, en vertu de la force attractive, la vîtesse de ces corps augmentera continuellement, de manière que le mouvement intestin des particules deviendra enfin sensible aux yeux. *Voyez* MOUVEMENT INTESTIN.

De plus, ces mouvemens seront différens, & seront plus ou moins sensibles & plus ou moins prompts, selon que les corpuscules s'attireront l'un l'autre avec plus ou moins de force, & que leur élasticité sera plus ou moins grande.

XX. Si les corpuscules qui s'attirent l'un l'autre viennent à se toucher mutuellement, ils n'auront plus de mouvement, parce qu'ils ne peuvent se rapprocher de plus près. S'ils sont placés à une très-petite distance l'un de l'autre, ils se mouveront; mais si on les place à une distance plus grande, de manière que la force avec laquelle ils s'attirent l'un l'autre, ne surpasse point la force avec laquelle ils attirent les particules intermédiaires du fluide, alors ils n'auront plus de mouvement.

De ce principe dépend l'explication de tous les phénomènes de la fermentation & de l'ébullition. *Voyez* FERMENTATION & ÉBULLITION.

Ainsi l'on peut expliquer par-là pourquoi l'huile de vitriol fermente & s'échauffe quand on met un peu d'eau dessus; car, qu'un homme qui verroit un corps pesant se soutenir en l'air sans retomber, quand nous saurions en quoi consiste l'impénétrabilité des corps, nous n'en serions peut-être guère plus éclairés sur la nature de la force impulsive. Nous voyons seulement qu'en conséquence de cette impénétrabilité, le choc d'un corps contre un autre doit être suivi de quelque changement,

ou dans l'état des deux corps, ou dans l'état d'un des deux. Mais nous ignorons, & apparemment nous ignorerons toujours par quelle vertu ce changement s'exécute, & pourquoi, par exemple, un corps qui en choque un autre, ne reste pas toujours en repos après le choc, sans communiquer une partie de son mouvement au corps choqué. Nous croyons que l'attraction répugne à l'idée que nous avons de la matière; mais approfondissons cette idée, nous serons effrayés de voir combien peu elle est distincte, & combien nous devons être réservés dans les conséquences que nous en tirons. L'univers est caché pour nous derrière une espèce de voile, à travers lequel nous entrevoyons confusément quelques points. Si ce voile se déchiroit tout-à-coup, peut-être serions-nous bien surpris de ce qui se passe derrière; d'ailleurs, la prétendue incompatibilité de l'attraction avec la matière n'a plus lieu, dès qu'on admet un être intelligent & ordonnateur de tout, à qui il a été aussi libre de vouloir que les corps agissent les uns sur les autres à distance que dans le contact.

Mais autant que nous devons être portés à croire l'existence de la force de l'attraction dans les corps célestes, autant, ce me semble, nous devons être réservés à aller plus avant. 1°. Nous ne dirons point que l'attraction est une propriété essentielle de la matière, c'est beaucoup de la regarder comme une propriété *primordiale*, & il y a une grande différence entre une propriété *primordiale* & une propriété *essentielle*. L'impénétrabilité, la divisibilité, la mobilité, sont du dernier genre; la vertu impulsive est du second. Dès que nous concevons un corps, nous le concevons nécessairement divisible, étendu, impénétrable; mais nous ne concevons pas nécessairement qu'il mette en mouvement un autre corps. 2°. Si l'on croit que l'attraction soit une propriété inhérente à la matière, on pourroit en conclure que la loi du quarré s'observe dans toutes ses parties, peut-être néanmoins seroit-il plus sage de n'admettre l'attraction qu'entre les parties des planètes, sans prendre notre parti sur la nature ni sur la cause de cette force, jusqu'à ce que de nouveaux phénomènes nous éclairent sur ce sujet: mais du moins faut-il bien se garder d'assurer, que quelques parties de la matière s'attirent suivant d'autres loix que celles du quarré. Cette proposition ne paroît point suffisamment démontrée. Les faits sont l'unique boussole qui doit nous guider ici, & je ne crois pas que nous en ayons encore une aussi grand nombre pour nous élever à une assertion si hardie, on peut en juger par les différens théorèmes que nous venons de rapporter, d'après M. Keil & d'autres philosophes. Le système du monde est en droit de nous faire soupçonner que les mouvemens des corps n'ont peut-être pas l'impulsion seule pour cause, que ce soupçon nous rende sage, & ne nous pressons pas de conclure que l'attraction soit un principe universel, jusqu'à ce que nous y soyons forcés par ces phénomènes. Nous aimons, il est vrai, à généraliser nos découvertes. L'analogie nous plaît, parce qu'elle flatte notre vanité et soulage notre paresse; mais la nature n'est pas obligée de se conformer à nos idées. Nous voyons si peu avant dans ses ouvrages, & nous les voyons par de si petites parties, que les principaux ressorts nous en échappent. Tâchons de bien appercevoir ce qui est autour de nous; & si nous voulons nous élever plus haut, que ce soit avec beaucoup de circonspection, autrement nous n'en verrions que plus mal, en croyant voir plus loin: les objets éloignés seroient toujours confus, & ceux qui étoient à nos pieds, nous échapperoient.

Après ces réflexions, je crois qu'on pourroit se dispenser de prendre aucun parti sur la dispute qui a partagé deux académiciens célèbres; savoir, si la loi d'attraction doit nécessairement être comme une puissance de la distance, ou si elle peut être en général comme une fonction de cette même distance. Question purement métaphysique, & sur laquelle il est peut-être bien hardi de prononcer, après ce que nous venons de dire; aussi n'avons-nous pas cette prétention, sur-tout dans un ouvrage de la nature de celui-ci. Nous croyons cependant que si l'on regarde l'attraction comme une propriété de la matière, ou une loi primitive de la nature, il est assez naturel de ne faire dépendre cette attraction que de la seule distance; & en ce cas, sa loi ne pourra être représentée que par une puissance; car toute autre fonction contiendroit un paramètre, ou quantité constante qui ne dépendroit point de la distance, & qui paroîtroit se trouver là sans aucune raison suffisante. Il est du moins certain qu'une loi exprimée par une telle fonction, seroit moins simple qu'un loi exprimée par une seule puissance.

Nous ne voyons pas d'ailleurs quel avantage il y auroit à exprimer l'attraction par une fonction. On prétend qu'on pourroit expliquer par-là, comment l'attraction a de grandes distances est à raison inverse du carré & suit une autre loi à de petites distances; mais il n'est pas encore bien certain que cette loi d'attraction à de petites distances, soit aussi générale qu'on veut le supposer. D'ailleurs, si l'on veut faire de cette fonction une loi générale, qui devienne fort différente du quarré à de très-petites distances, & qui puisse servir à rendre raison des attractions qu'on observe, ou qu'on suppose dans les corps terrestres, il nous paroît difficile d'expliquer dans cette hypothèse, comment la pesanteur des corps, qui sont immédiatement contigus à la terre, est à la pesanteur de la lune à-peu-près en raison inverse du quarré de la distance. Ajoutons qu'on devroit être fort circonspect à changer la loi du quarré des distances, quand même, ce qui n'est pas encore arrivé, on trouveroit quelque phénomène céleste pour l'explication duquel cette loi du

quarré ne suffiroit pas. Les différens points du systême du monde, au moins ceux que nous avons examinés jusqu'ici, s'accordent avec la loi du quarré des distances. Cependant, comme cet accord n'est qu'un à-peu-près, il est clair qu'ils s'accorderoient de même avec une loi qui seroit un peu différente de celle du quarré des distances ; mais on sent bien qu'il seroit ridicule d'admettre une pareille loi par ce seul motif.

Reste donc à savoir, si un seul phénomène, qui ne s'accorderoit point avec la loi du quarré, seroit une raison suffisante pour nous obliger à changer cette loi dans tous les autres, & s'il ne seroit pas plus sage d'attribuer ce phénomène à quelque cause ou loi particulière. M. Newton a reconnu lui-même d'autres forces que celle-là, puisqu'il paroît supposer que la force magnétique de la terre agit sur la lune, & l'on sait combien cette force est différente de la force générale d'attraction, tant par son intensité, que par les loix suivant lesquelles elle agit.

M. de Maupertuis, un des plus célèbres partisans du Newtonianisme, a donné, dans son discours sur les figures des astres, une idée du systême de l'attraction, & des réflexions sur ce systême auxquelles nous croyons devoir renvoyer nos lecteurs, comme au meilleur précis que nous connoissions de tout ce qu'on peut dire sur cette matière. Le même auteur observe dans les mémoires académiques, 1734, que MM. de Roberval, de Fermat & Pascal, ont créé long-temps avant M. Newton, que la pesanteur étoit une vertu attractique & inhérente aux corps : en quoi l'on voit qu'ils se sont expliqués d'une manière bien plus choquante pour les Cartésiens, que M. Newton ne l'a fait. Nous ajouterons que M. Hook avoit eu la même idée, & avoit prédit qu'on expliqueroit un jour très-heureusement par ce principe les mouvemens des planètes. Ces réflexions, en augmentant le nombre des partisans de M. Newton, ne diminuent rien de sa gloire, puisqu'étant le premier qui ait fait voir l'usage du principe, il en est proprement l'auteur & le créateur. *Voyez* NEWTONIANISME.

ATTRACTION DES MONTAGNES. Quelque nombreuses & péremptoires que soient les preuves de la réalité de l'attraction, aux yeux de bien des philosophes, il manqueroit quelque chose à ce concours de démonstration, si les montagnes qui sont des corps dont la masse est assez considérable, ne donnoient des marques d'une attraction non-équivoque. Or, la plupart des hautes montagnes en ont toujours donné ; mais quoique ces preuves soient aussi anciennes que le monde, ce n'est que depuis peu qu'on y fait attention.

Les vapeurs & les nuages sont des corps légers suspendus dans la vaste région des airs; étant en équilibre & soutenus par l'air, ils nagent dans l'atmosphère comme dans un fluide, & sont disposés à obéir à toutes les impressions qui peuvent les déterminer à prendre telle ou telle direction. Souvent les nuages sont portés par les vents dans des directions qui les éloigneroient de la masse des montagnes ; mais lorsque leur distance n'est pas trop grande, ils sont attirés par elles. Pour que cet effet ait lieu, plusieurs conditions sont nécessaires ; 1°. la masse des montagnes doit être assez grande, la force attractive étant proportionnelle à la quantité de la matière ; 2°. il faut que le sommet des montagnes ait une élévation suffisante, afin d'atteindre à la région des nuages; 3°. les nuages doivent être dans la sphère d'activité de la montagne, parce que la force attractive ne peut s'étendre au-delà de cette sphère ; 4°. il est nécessaire que ces vapeurs & ces nuages, qui sont toujours dans un état d'équilibre & d'équipondérance, ne soient pas poussés par des vents trop impétueux, capables de leur communiquer une impression supérieure à celle de l'attraction des montagnes. Toutes ces conditions existant, j'ai toujours vu les vapeurs & les nuages être attirés par les hautes montagnes du Languedoc, par celles des Pyrénées. Les Alpes produisent encore les mêmes effets : tout observateur attentif fera constamment les mêmes observations.

Je pourrois rapporter ici plusieurs observations que j'ai faites sur cet objet avec beaucoup de détail, mais j'aime mieux confirmer cette vérité, en faisant connoître ce qu'ont vu plusieurs autres observateurs.

Dans le troisième voyage du capitaine Cook, (tom. IV, pag. 150, édit. in-8°.) on lit qu'étant à Owhyhée, une des îles Sandwich, où il a demeuré quatre mois, ils eurent de fréquentes occasions d'observer ce phénomène. » Nous vîmes communément les nuages se rassembler autour des sommets des collines, & verser la pluie sous le vent; mais ces nuages se dispersent lorsque le vent les a séparés de la terre; ils se perdent dans l'atmosphère, & ils sont remplacés par d'autres; c'est ce qui arrivoit chaque jour à Owhyhée; les montagnes étoient pour l'ordinaire enveloppées d'un nuage; des ondées tomboient successivement sur les diverses parties de l'intérieur de l'île, tandis qu'on avoit un beau temps & un ciel pur au bord de la mer. »

M. Delamanon a observé la même chose, & particulièrement sur le brouillard de 1783, qui fut attiré par plusieurs grandes masses de montagnes où il se trouva dans cette circonstance ; il a depuis vérifié plusieurs fois cette observation.

M. le Grand d'Aussi a remarqué le même phénomène en Auvergne, sur le Puy-de-Dôme. » Si l'atmosphère, dit-il, n'est chargée que de ces vapeurs déliées & invisibles, qui n'empêchent point le ciel d'être beau, ou si les nuages sont trop élevés, son attraction ne peut agir sur eux; alors

sa cîme est pure & nette, & c'est ainsi qu'il devient le signe d'un beau temps. Si au contraire ils deviennent plus pesans & s'abaissent, alors la force attractive des quarante montagnes de la chaîne, agit sur eux. Forcés de céder à cette masse puissante, ils s'en approchent; mais dans leur descente, rencontrant Dôme, qui plus élevé & plus considérable qu'elles, a une action antérieure & supérieure à la leur, ils se portent vers lui, & vont se réunir autour de sa cîme, » Des nuages étoient à une grande distance de Dôme; tout-à-coup ils changeoient de direction pour s'approcher de lui; en avançant, ils augmentoient graduellement de vîtesse, & venoient avec impétuosité s'y précipiter les uns après les autres. Quelquefois ils lui formoient une couronne, qui selon leur volume & l'état de l'atmosphère, avoit plus ou moins de hauteur.

On ne sauroit donc douter que le sommet des montagnes n'attirent les nuages & les vapeurs; & qu'ensuite condensées, elles ne se résolvent en pluie, en neige, en grêle, &c. lorsque les circonstances sont propres à produire ces divers météores; mais plus généralement on observe les vapeurs s'arrêter sur les montagnes, les envelopper presqu'en entier, & se fixer sur leurs côtés; de sorte que des vents foibles ne peuvent les en détacher, l'attraction des montagnes étant supérieure à la force actuelle de ces vents.

Mais une des preuves les plus triomphantes de l'attraction des montagnes, est la déviation du fil à plomb, occasionné par la force attractive de la masse des montagnes.

Il est certain, dit M. d'Alembert, que si l'on admet l'attraction de toutes les parties de la terre, il peut y avoir des montagnes dont la masse soit assez considérable pour que leur attraction soit sensible. En effet, supposons pour un moment que la terre soit un globe, d'une densité uniforme, & dont le rayon ait 1500 lieues, & imaginons sur quelque endroit de la surface du globe une montagne de la même densité que le globe, laquelle soit faite en demi-sphère, & ait une lieue de hauteur, il est aisé de prouver qu'un poids placé au bas de cette montagne, sera attiré dans le sens horisontal, par la montagne, avec une force qui sera la trois millième partie de la pesanteur; de manière qu'une pendule ou fil à plomb, placé au bas de cette montagne, doit s'écarter d'environ une minute de la situation verticale; le calcul n'en est pas difficile à faire, on peut le supposer.

Il peut donc arriver que quand on observe la hauteur d'un astre au pied d'une fort grosse montagne, le fil à plomb, dont la direction sert à faire connoître cette hauteur, ne soit point vertical, & si l'on faisoit un jour cette observation, elle fourniroit, ce semble, une preuve considérable en faveur du systême de l'attraction. Mais comment s'assurer qu'un fil à plomp n'est pas exactement vertical, puisque la direction même de ce fil est le seul moyen qu'on puisse employer pour déterminer la situation verticale. Voici le moyen de résoudre cette difficulté.

Imaginons une étoile au nord de la montagne & que l'observateur soit placé au sud; si l'attraction de la montagne agit sensiblement sur le fil à plomb, il sera écarté de la situation verticale vers le nord, & par conséquent le zénith apparent reculera, pour ainsi dire, d'autant vers le sud: ainsi la distance observée de l'étoile au zénith doit être plus grande que s'il n'y avoit point d'attraction; donc si après avoir observé au pied de la montagne la distance de cette étoile au zénith, on se transporte loin de la montagne sur la même ligne à l'est ou à l'ouest, ensorte que l'attraction ne puisse plus avoir d'effet; la distance de l'étoile, observée dans cette nouvelle station, doit être moindre que dans la première; au cas que l'attraction de la montagne produise un effet sensible.

On peut aussi se servir du moyen suivant, qui est encore meilleur: il est visible que si le fil-à-plomb au sud de la montagne, est écarté vers le nord, ce même fil-à-plomb au nord de la montagne, sera écarté vers le sud; ainsi le zénith qui, dans le premier cas, étoit pour ainsi dire, reculé en arrière vers le sud, sera dans le second cas rapproché en avant vers le nord; donc dans le second cas la distance de l'étoile au zénith sera moindre que s'il n'y avoit pas d'attraction, au lieu que dans le premier cas elle étoit plus grande. Prenant donc la différence de ces deux distances, & la divisant par la moitié, on aura la quantité dont le pendule est écarté de la situation verticale par l'attraction de la montagne.

On peut voir toute cette théorie fort clairement exposée avec plusieurs remarques qui y ont rapport, dans un excellent mémoire de M. Bouguer, imprimé en 1749, à la fin de son livre de la figure de la terre. Il donne dans ce mémoire le détail des observations qu'il fit conjointement avec M. de la Condamine, au sud & au nord d'une grosse montagne du Pérou appelée *Chimboraço*; il résulte de ces observations, que l'attraction de cette grosse montagne écarte le fil-à-plomb d'environ 7 secondes & demie de la situation verticale.

Au reste, M. Bourguer fait à cette occasion la remarque judicieuse, que la plus grosse montagne pourroit avoir très-peu de densité par rapport au globe terrestre, tant par la nature de la matière qu'elle peut contenir, que par les vides qui peuvent s'y rencontrer, &c. qu'ainsi cent observations où l'on ne trouveroit point d'attraction sensible, ne prouveroit rien contre le systême newtonien; au lieu qu'une seule qui lui seroit favorable comme

celle de Chimboraco, mériteroit, de la part des philosophes, la plus grande attention.

Un plus grand détail sur cet objet ne peut qu'être utile pour tous ceux qui s'intéresseront à cette grande & importante question. C'est pourquoi nous le terminerons par l'exposé des opérations modernes qui ont été faites récemment depuis celles des académiciens français.

M. Bouguer, qui avoit été choisi avec d'autres académiciens pour mesurer un dégré du méridien à l'équateur, eut l'idée de mettre le systême de Newton à une nouvelle épreuve : il imagina d'examiner quelle étoit l'attraction des montagnes, persuadé que si toute la masse de la terre étoit douée d'attraction, une haute montagne, comme la nature en avoit abondamment pourvu les contrées du Pérou, où il se trouvoit alors, devoit aussi manifester une attraction proportionnelle à sa masse; il est vrai que la plus grosse montagne des Cordelières n'étoit qu'un très-petit objet par rapport à la terre; cependant il conclut, d'après un calcul grossier, que l'attraction de la montagne de *Chimboraco*, qu'il regarda comme la plus propre à l'objet qu'il s'étoit proposé, étoit égale à la deux millième partie de l'attraction de toute la terre. Or, l'action de la montagne étant à celle de la terre comme 1 à 2 mille, la direction de la pesanteur devoit s'écarter sensiblement de la ligne verticale; cette déviation devant être d'une minute 43 secondes vers la montagne.

Mais comment cette déviation devoit-elle être estimée ? Uniquement en mesurant par les étoiles fixes, la quantité dont le fil-à-plomb s'écarte de la verticale. Pour remplir cet objet, il regarda que le meilleur moyen, dans les circonstances où il se trouvoit, étoit de prendre la distance au zénith de plusieurs étoiles dans deux différentes stations, l'une au midi de *Chimboraco*, l'autre à une lieue & demie à l'ouest, c'est-à-dire, à une telle distance de cette montagne, qu'il eût peu à craindre que le fil-à-plomb en fût affecté. M. Bouguer ayant ainsi réglé la manière dont il devoit exécuter cette curieuse expérience, en fit part à M. de la Condamine, qui s'offrit de l'accompagner & de l'aider. M. Bouguer a donné un détail très-clair & très-circonstancié de tout ce qui regarde cet objet, dans son excellent traité de la *figure de la terre*. On y verra que malgré l'inclémence de l'air dans un lieu si élevé, ils n'ont épargné ni peine, ni soins pour le succès de leurs opérations. A la vérité, le fil-à-plomb ne s'écarta que de 7 secondes & demie de la vrai ligne verticale, au lieu d'une minute 43 secondes; mais M. Bouguer en soupçonna la raison, en remarquant *que comme d'un côté nous ignorons la densité des parties intérieures de la terre, qui peut être beaucoup plus grande que ce qu'elle nous paroît à sa surface; d'un autre côté, la montagne de Chimboraco, qu'il croyoit, avec quelque apparence de raison, aussi solide que les autres parties de la surface de la terre, pouvoit être creuse cependant dans beaucoup d'endroits*. Ajoutons à cela qu'il est sûr que cette montagne a été autrefois un volcan; d'où il résulte que sa masse ne répond pas à la grandeur de son volume.

M. Maskelyne, astronome du roi à Greenwich, pour confirmer de nouveau, la théorie de l'attraction, résolut, d'après les ordres de la société royale de Londres, de répéter, avec de nouveaux soins & de nouvelles précautions, la curieuse & ingénieuse expérience que M. Bouguer osa tenter au Pérou en 1738. Afin de mieux comprendre ce qui a rapport aux opérations de M. Maskeline, il est à propos de rappeler ici que la distance d'une étoile au zénith dans le méridien, étant observée de deux différentes stations, sur ce même méridien, l'une au midi, l'autre au nord de la montagne; si le fil-à-plomb de l'instrument est attiré par cette montagne, hors de la vraie verticale, l'étoile paroîtra trop au nord par l'observation de la station au midi, & trop au sud par l'observation de la station du nord. On trouvera en conséquence, par ces observations, la différence de latitude des deux stations plus grande qu'elle ne l'est réellement. Or, si on détermine, par des mesures actuelles sur le terrain, la distance entre les deux stations, on aura par-là la véritable différence de leur latitude; & en déduisant cette différence de celle que donnent les observations de l'étoile, on trouvera une quantité qui sera le produit de l'attraction de la montagne, & dont la moitié sera l'effet de cette attraction sur le fil-à-plomb, dans chaque observation, en supposant que la montagne attire également des deux côtés.

Pour exécuter cette expérience, M. Maskeline choisit la montagne appelée *Schehallien*, dans la province de Perth en Écosse, & dont la direction en longueur, est à peu-près est & ouest. Il resta pendant quatre mois dans une chetive cabane, sur les flancs de cette froide montagne, & dans un climat peu favorable aux observations célestes.

Cette montagne est élevée, dans sa partie la plus haute, de 3550 pieds au-dessus du niveau de la mer, & d'environ 200 pieds au-dessus de la vallée qui l'environne. Comme sa plus grande attraction devoit se trouver dans le milieu de sa hauteur, qui est heureusement assez rapide, on établit deux stations pour un observatoire, l'une dans la partie nord de la montagne, l'autre dans la partie sud. L'instrument avec lequel M. Maskeline observa les étoiles, étoit un excellent secteur de M. *Sisson*. On peut voir, dans ses *observations faites sur la montagne Schehallien pour trouver son attraction*. (Transactions philosophiques, année 1775, tom. II.) toutes les précautions qu'il a prises, & pour bien placer

placer cet instrument dans le méridien à chaque station, & pour bien s'assurer que la ligne de collimation étoit restée la même. Par les observations de dix étoiles près du zénith, il a trouvé que la différence apparente des latitudes des deux stations étoit de 54 secondes 6 dixièmes, & par la mesure des triangles formés par deux bases prises de différens côtés de la montagne, il a trouvé pareillement que la distance entre les parallèles de ces stations, répondoit à un arc de 43 secondes du méridien, c'est-à-dire, qu'il étoit moindre de 11 secondes 6, que celui qu'il trouva entre les parallèles des stations, répondant dans la latitude de *Schehallien* (qui est de 56 degrés + 4 minutes) à un arc, comme on l'a dit, de 43 secondes. Or, la moitié de 11 minutes, 6 étant 5 secondes, 8, cette quantité représente l'effet moyen de l'attraction de cette montagne; & en comparant sa grosseur avec celle de la terre, M. Maskelyne a trouvé que la densité moyenne de la terre étoit aux environs du double de celle de cette montagne. On remarquera ici que la montagne *Schehallien* paroît formée entièrement de rochers, dont les morceaux qu'on a montrés à la société royale de Londres, ont été reconnus pour des substances minérales qui n'avoient jamais éprouvé l'action du feu; & conséquemment qu'on peut considérer cette montagne comme un des meilleurs échantillons de la véritable densité de la surface de la terre. Voyez le discours sur l'attraction des montagnes que M. Princle, président de la société royale de Londres, prononça dans l'assemblée annuelle, en lui donnant la médaille.

C'est par cette déviation du fil-à-plomb, employé pour mesurer avec une grande précision, la distance des étoiles au zénith dans les opérations propres à déterminer la grandeur des degrés de la terre; c'est par cette déviation occasionnée par l'attraction des montagnes, qu'on a expliqué pourquoi plusieurs degrés mêmes ne suivent point la proportion qu'ils devroient avoir d'après ceux du nord & du Pérou, mesurés par les académiciens français. Ainsi, le P. Boscovich a trouvé le degré du méridien en Italie, de 56979 toises, tandis qu'il auroit dû être de 57110, si l'attraction de la grande chaîne des montagnes de l'Apennin n'avoit troublé les observations faites par le moyen du fil-à-plomb. L'abbé de la Caille a pensé la même chose des observations faites pour la méridienne de France, dans le voisinage des Pyrénées. Le P. Beccaria a trouvé aussi, en Piémont, une très-grande différence, occasionnée par l'attraction de Monte-Barone, où est situé Andra; & l'arc mesuré entre Turin & Andra, a été trouvé de 26 secondes plus petit qu'en France sur une égale longueur, & le degré qu'on auroit voulu en conclure auroit été trop grand de 900 toises.

ATTRACTION, *dans l'ancienne philosophie*, signifie une force naturelle, inhérente à quelques espèces de corps, par laquelle ils tirent à eux d'autres corps éloignés. Les anciens prétendoient qu'en respirant, nous attirions l'air; qu'un enfant qui tette attiroit dans sa bouche le lait de sa nourrice; que les vapeurs & les exhalaisons étoient attirées par le soleil, dans les hautes régions de l'air, &c.; lorsque les philosophes anciens avoient ainsi employé des mots vides de sens, ils s'imaginoient avoir expliqué la cause des phénomènes; plusieurs personnes, encore aujourd'hui, suivent cette marche pour ne pas s'être accoutumés de bonne heure à définir les termes & à ne jamais se servir que de mots dont le sens soit bien déterminé; il faut toujours examiner si les idées désignées par les expressions qu'on emploie, ont entre elles des rapports, & des rapports suffisans pour expliquer les effets dont on se propose de trouver la cause. Les anciens, par le mot d'*attraction* & d'autres de cette espèce, ne désignoient que des qualités vraiment occultes, qu'ils supposoient gratuitement dans les corps; manière de philosopher bien favorable à la paresse, si naturelle à l'esprit humain. L'action de tetter dépend non d'une attraction, mais de la pesanteur de l'air qui presse le sein de la nourrice, & fait jaillir le lait dans la bouche de l'enfant où la raréfaction de l'air a été produite, &c. comme nous l'expliquerons à l'article de la *pesanteur de l'air*.

ATTRACTION, *en mécanique*, signifie l'action d'une puissance qui tire un mobile, le fait changer de lieu, en lui communiquant du mouvement; c'est ainsi qu'un homme, par le moyen d'une corde, tire un battelet qui est sur une rivière, & des chevaux tirent une voiture à laquelle ils sont attelés. Comme la réaction est toujours égale & contraire à l'action, il s'ensuit, dit-on ordinairement, que dans toute attraction, le moteur est attiré vers le mobile, autant que le mobile vers le moteur. L'*attraction* considérée ainsi mécaniquement, doit être plutôt appelée TRACTION, car le mot d'*attraction* doit être réservé à cette tendance qui rapproche deux corps éloignés, sans qu'on apperçoive aucune cause intermédiaire.

ATTRACTION ÉLECTRIQUE. On donne ce nom à la tendance qu'on observe entre deux corps quelconques dont l'un est électrisé & l'autre ne l'est pas quelle que soit l'espèce d'électricité qui règne; tendance qui les porte à se rapprocher & à s'unir. Supposons qu'un corps soit électrisé positivement ou négativement, il attirera dans l'un & l'autre cas, les corps légers qu'on lui présentera; & cette *attraction* aura lieu si le corps est électrisé par frottement ou par communication. Si un tube de verre, un globe, ou un plateau de verre sont frottés, ils attireront des fils, de la poussière de bois, du son, &c.; de même le conducteur de la machine électrique positive attire à soi des corps légers. Les

phénomènes ſont les mêmes en frottant un bâton de cire d'Eſpagne, ou des plateaux de bitume & de maſtic, & les corps qui recevront par communication cette électricité négative, exerceront auſſi la même *attraction* ſur tous les corps légers. L'expérience prouve donc que l'*attraction électrique* a lieu entre deux corps, dont l'un eſt électriſé poſitivement ou négativement, par frottement ou par communication.

Il eſt inutile d'ajouter que c'eſt toujours le corps le plus léger qui ſe porte vers le plus peſant, ſoit que l'électricité ait été communiquée à ce dernier ou au premier.

L'*attraction électrique* eſt un des premiers phénomènes d'électricité qui ait été connu; car ſix cents ans avant l'ère chrétienne, Thalès de Milet découvrit cette propriété, en frottant de l'ambre; il s'aperçut auſſitôt que les corps légers étoient attirés & venoient s'appliquer ſur l'ambre. Cette vertu fut encore remarquée dans la ſuite, dans le verre & tous les bitumes, dans les pierres précieuſes, & dans un grand nombre d'autres ſubſtances, comme nous le dirons en ſon lieu.

Quant à la cauſe des attractions électriques, il y a deux principaux ſyſtêmes; car il eſt inutile de parler d'un grand nombre de tentatives malheureuſes, faites par pluſieurs phyſiciens, dont les opinions ſont abſolument dans l'oubli. M. l'abbé Nollet regarde, comme cauſe de l'attraction électrique, l'impulſion de la matière affluente qui ſort de tous les corps environnans & qui, venant ſe rendre au conducteur, pouſſe & entraîne avec elle tous les corps légers qui ſe trouvent ſur ſa route. Cette explication eſt certainement très-mécanique; mais elle ſuppoſe une matière affluente, dont l'exiſtence n'eſt rien moins que conſtatée, ainſi que nous l'avons prouvé à l'article AFFLUENCES.

Dans le ſyſtême de Franklin & des modernes, l'attraction s'explique en partant de quelques principes prouvés par l'expérience. Tout corps électriſé repouſſe conſtamment un autre corps électriſé, & attire celui qui ne l'eſt pas. La matière commune & le fluide électrique s'attirent mutuellement; mais les particules du fluide électrique ſe repouſſent réciproquement. Le premier principe eſt prouvé par l'expérience, quant à ſes deux parties. On verra des preuves de la première à l'article RÉPULSION, & à celui d'ÉLECTRICITÉ; la ſeconde a été conſtatée au commencement de cet article, en rapportant en abrégé les expériences les plus ſimples, & le ſera encore au mot ÉLECTRICITÉ. Le ſecond principe comprend également deux parties: la première eſt une ſuite néceſſaire de la ſeconde partie du principe précédent, & ſe trouve confirmée par toutes les expériences des attractions électriques; la ſeconde partie du dernier principe eſt démontrée par la divergence des rayons électriques; par celle des aigrettes de verre, des écheveaux de fil, & par toutes les répulſions électriques des corps qui ſont dans un état actuel d'électricité, leſquels ne ſe repouſſent mutuellement, qu'à cauſe qu'il y a une répulſion dans toutes les parties du fluide électrique. Ainſi, comme la répulſion des corps électriſés eſt bien expliquée par la répulſion des parties du fluide électrique, qui eſt un fait général bien prouvé, de même l'attraction des corps légers non électriſés par ceux qui ſont électriſés, eſt réellement produite par l'attraction qui règne entre le fluide électrique & la matière commune de tous les corps: fait général non moins prouvé que l'autre. Avoir montré que ces phénomènes dépendent d'une loi générale, c'eſt les avoir expliqués, c'eſt-à-dire, c'eſt en avoir aſſigné la cauſe. On n'explique pas d'une autre manière les phénomènes du magnétiſme, ceux de la communication du mouvement, &c. Ceux de l'attraction univerſelle qui règne entre toutes les parties de la matière. La différence qu'il y a entre l'attraction électrique & l'attraction univerſelle, conſiſte en ce que dans la première, toutes les parties de la matière électrique ſe repouſſent; au contraire, toutes celles de la ſeconde s'attirent; mais dans l'une & dans l'autre, l'attraction eſt proportionnelle à la quantité de matière, & agit en raiſon inverſe du carré des diſtances, comme M. Coulomb l'a prouvé. *Voyez* COHÉSION ÉLECTRIQUE.

ATTRACTIONS ÉLECTRIVES, Toutes les ſubſtances naturelles n'ayant pas une tendance pour ſe combiner enſemble, Bergman a imaginé le nom d'*attractions électrives*, pour déſigner l'eſpèce de choix que l'expérience montre entre les corps qui, pour former entr'eux une combinaiſon, décompoſent ou ſéparent des matières auparavant unies.

Une force générale, connue ſous le nom d'*attraction*, tend à rapprocher juſqu'au point de contact toutes les ſubſtances de la nature; mais les loix ſelon leſquelles cette force s'exerce, ne ſont pas par-tout les mêmes. Les grands corps de l'univers, ainſi que Newton l'a démontré, exercent leurs attractions en raiſon inverſe du quarré de leurs diſtances. Les petits corps qui ſont voiſins ſur la ſurface de la terre, s'attirent à peine au-delà du contact, ſelon des loix qui *paroiſſent* différentes entr'elles, peut-être à cauſe des circonſtances, telles que la figure & la ſituation, non-ſeulement du tout, mais même de chaque partie, & peut-être encore par un effet de la grande attraction de notre globe qui influe continuellement ſur ces loix. Puiſqu'il n'eſt aucun moyen pour reconnoître, dans chaque cas particulier, la figure & la poſition des molécules, il ne reſte donc plus qu'à déterminer, par des expériences exactes & nombreuſes, les rapports que les différens corps ont entr'eux à l'égard de l'attraction.

L'intensité de l'attraction dans les petites distances, croissant dans la même proportion que le contact augmente, il s'ensuit qu'un petit corps attire plus fortement dans l'état liquide que dans l'état solide, & beaucoup plus fortement encore lorsqu'il est réduit en vapeur. L'objet de M. de Bergman, dans son traité des affinités, a été seulement de déterminer l'ordre des attractions, suivant leurs forces respectives ; car une mesure exacte de chacune en particulier, qu'on puisse exprimer en nombre, est encore à désirer. Ce qu'on a fait relativement à ce dernier article, est bien peu de chose. M. de Morveau a tâché de déterminer & d'exposer par des nombres l'adhésion du mercure avec quelques métaux. M. Achard a donné une grande table, dans laquelle les forces d'adhésion de plusieurs corps sont tirées du calcul & de l'expérience. M. Kirvan a commencé depuis peu à mesurer les attractions d'une manière ingénieuse, par la diminution de volume qui a lieu après la combinaison, pensant que la raison & la quantité de cette contraction, dépendent de l'intensité de l'attraction

L'attraction qu'on observe entre les petits corps à de petites distances, peut être appelée *prochaine*, par opposition à l'attraction *éloignée*, qui a lieu dans les grandes masses & à des distances immenses. L'attraction prochaine est distinguée en plusieurs espèces. Si des substances homogènes tendent à se réunir, il n'en résulte qu'une augmentation de masse sans changement de nature ; cet effet, dans ce cas, porte le nom d'*attraction* d'*aggrégation*. Lorsque des substances hétérogènes, mêlées ensemble & abandonnées à elles-mêmes, forment entr'elles de nouvelles combinaisons, le changement qui leur arrive, a plus de rapport à leur qualité qu'à leur quantité, & c'est l'*attraction de composition*. Si son action se borne à réunir simplement deux ou plusieurs substances, c'est l'*attraction de dissolution* ou *de fusion*, selon qu'elle est faite par la voie humide ou par la voie sèche. Enfin l'attraction de composition se divise en *attraction électrive simple* & en *attraction double*. La première a lieu, lorsque de trois substances simples qui s'attirent mutuellement, deux se combinent à l'exclusion de la troisième ; & la dernière, lorsque deux composés, formés seulement de deux principes prochains, viennent à changer réciproquement leurs principes à l'instant qu'ils sont mêlés ensemble. C'est principalement ces deux dernières espèces que Bergman a examinées.

M. Geoffroy imagina, en 1718, de faire voir au premier coup-d'œil la série des attractions électrives, en disposant les signes chimiques dans un tableau, suivant un certain ordre. Ce tableau est devenu incomplet avec le temps ; plusieurs savans l'ont étendu, & M. Bergman y a ajouté infiniment : néanmoins cet illustre savant dit lui-même qu'il est d'autant plus éloigné de la croire parfaite ; qu'il faudroit plus de trente mille expériences exactes, pour donner un certain degré de perfection à cette esquisse telle qu'il la présente. Voyez *le traité des affinités chimiques*, ou *attractions électrives de Bergman*.

ATTRACTION MAGNÉTIQUE. L'attraction magnétique est la propriété qui a été la première connue dans l'aimant ; elle consiste dans la vertu que l'aimant a d'attirer le fer, & d'y adhérer ensuite plus ou moins fortement, selon diverses circonstances. Non-seulement l'aimant attire le fer ; mais encore le fer aimanté exerce aussi une attraction sur toutes les matières ferrugineuses, même sur celles qui n'ont point reçu la vertu magnétique. Il est probable que c'est le hasard qui a fait connoître cette propriété de l'aimant ; mais l'effet qu'on apperçut dut être d'abord bien foible, car l'aimant brut a peu d'énergie. L'armure augmente beaucoup sa force en la concentrant dans les pôles, & en réunissant les deux poles. Les aimans bien homogènes, taillés avec soin, armés avec précaution, exercent une vertu attractive bien plus puissante que ceux en qui on ne remarque pas ce concours de conditions. Lorsqu'elles sont observées, on reconnoît que ceux qui attirent de plus loin sont les meilleurs. Les bons aimans naturels sont assez rares, & fort chers, lorsqu'ils sont doués d'une énergie peu commune. Mais on y supplée en formant des aimans artificiels qu'on aimante, soit avec un petit aimant naturel ou artificiel, soit même sans secours, ainsi qu'on l'enseignera à l'article AIMANT ARTIFICIEL ; & ces aimans, quoiqu'ils ne soient que des produits de l'art, sont de beaucoup supérieurs à ceux que la nature a formés ; ils attirent avec plus de force & de plus loin.

On observera que l'attraction magnétique ne peut s'exercer qu'entre l'aimant & le fer ; il n'y a que les matières ferrugineuses qui soient attirables, soit par l'aimant naturel, soit par un aimant artificiel. Ainsi, les cendres des végétaux ne sont attirables qu'à cause des particules très-fines de fer qui y sont ; & si quelquefois on remarque des substances différentes de fer, être attirées par un aimant, c'est qu'elles recellent des molécules ferrugineuses qui sont l'intermède de l'attraction, si l'on peut s'exprimer ainsi. Il y a peu de temps qu'un savant, en Angleterre, avoit annoncé que le cuivre exerçoit une attraction sensible sur l'aiguille aimantée, & qu'il falloit le rejeter de la construction de certains instrumens. Mais il a été ensuite bien prouvé que l'espèce de cuivre sur laquelle il avoit fait ses premières expériences, contenoit des particules ferrugineuses.

Le moyen le plus simple & le plus facile de reconnoître ces substances qui contiennent du fer, est de les approcher d'un petit barreau aimanté, suspendu en équilibre sur un pivot, ou même

d'une simple aiguille de boussole, bien sensible. Aussitôt on voit l'aiguille ou le barreau s'agiter, se mouvoir, jusquà ce qu'il soit dans la direction des substances présentées. Les autres corps qui ne renferment point de fer, n'exercent sur l'aiguille aucune attraction, & elle reste fixée au même point où elle étoit. Mais tous ces objets seront traités avec plus d'étendue dans les articles AIMANT & MAGNÉTISME, auxquels nous renvoyons.

ATTRITION. Ce mot signifie le frottement de deux surfaces desquelles plusieurs particules saillantes se détachent. C'est par un mouvement de cette espèce que tous les corps s'usent & se détruisent. Deux morceaux de sucre frottés l'un contre l'autre, se réduisent bientôt en poussière; les cailloux les plus durs, l'acier le mieux trempé, donnent des preuves convainquantes des effets de l'*attrition*. Selon que les corps sont plus ou moins durs, ils résistent, à la vérité, aux effets du frottement; mais cependant ils subissent la loi commune. De simples gouttes d'eau creusent les pierres; on connoît l'axiome: *Guttacavat lapidem non vi, sed sæpè cadendo*. L'*attrition* d'une meule à aiguiser, use bientôt la meilleure lame d'acier; les pavés des rues, les bandes de fer dont on arme les jantes des roues, éprouvent dans peu des diminutions très-considérables; les forets, les ciseaux, les marteaux, & tous les instrumens des ouvriers, s'usent d'autant plus vîte qu'ils sont d'un usage plus fréquent. Les effets de l'attrition dépendent de la durée, de la vitesse des frottemens, de la constance, de la dureté & des aspérités des surfaces flottantes, &c. les matières les plus dures s'usent moins que les autres, toutes choses égales, &c. &c.

L'attrition sert à polir les surfaces de certains corps; il fait aussi quelquefois renaître entr'eux des propriétés particulières; ainsi, deux morceaux de sucre fortement frappés ou frottés, deviennent lumineux dans l'obscurité.

ATWOOD. *Machine d'Atwood*; c'est une machine nouvelle de dynamique, inventée par M. Atwood, de la société royale de Londres. Par son moyen, on rend très-aisémenr sensible les lois du mouvement des corps en ligne droite & en rotation, &c. Dans l'état actuel, cette machine rend sensibles les lois du mouvement uniformément *accéléré* ou *retardé*, de même que celles du mouvement uniforme, en n'employant qu'un espace de cinq pieds & demi, & même moins; ce qui est d'un grand avantage dans les cours de physique. *Voyez* l'article MOUVEMENT ACCÉLÉRÉ.

AUBES. [Les aubes sont, par rapport aux moulins à eau, & aux roues que l'eau fait mouvoir, ce que sont les ailes de moulins à-vent; ce sont d planches fixées à la circonférence de la roue, & sur lesquelles s'exerce immédiatement l'impulsion du fluide qui les chasse les unes après les autres; ce qui fait tourner la roue. On distingue deux sortes d'aubes; les *aubes en rayon* & les *aubes en tangente*. Les premières sont celles qui sont sur les rayons de la roue, & dont par conséquent elles suivent la direction selon leur largeur; les secondes sont sur des tangentes tirées à différens points de la circonférence de l'arbre qui porte la roue...] Cette matière étant du ressort des mathématiques; nous renvoyons au dictionnaire de ce nom. Il suffit ici de définir ce terme, & d'indiquer la source à laquelle on doit avoir recours.

AUDITIF. (*conduit*) (*Voyez* CONDUIT AUDITIF.)

AUDITIF. (*nerf*) *Voyez* NERF AUDITIF.)

AVALANCHES *de neige*. On donne ce nom à des masses prodigieuses de neige, qui, après avoir été amoncelées sur les rochers escarpés des hautes montagnes, s'en détachent quelquefois tout-à-coup; & se précipitant avec fracas, renversent tout ce qu'elles rencontrent dans leur route; comblent les vallées, causent des inondations en suspendant le cours des torrens. Plus d'une fois on a vu ces terribles *avalanches* ensevelir sous des tas énormes de neige des hameaux entiers, ou de malheureux voyageurs qui s'exposent à travers les gorges de ces montagnes dans un temps aussi critique que l'est le passage de l'hiver à l'été, où la chaleur faisant fondre la neige, & l'eau s'écoulant pardessous, détruit l'adhérence de la neige sur la terre; une nouvelle neige tombant sur la première, & augmentant son poids, peut encore déterminer la chûte des *avalanches*. Il en est de même des vents qui sont bien capables de détacher ces masses suspendues. Il est même des circonstances où le poids de ces masses étant prêt à l'emporter sur l'adhérence, le moindre bruit suffit pour produire leur chûte. Les habitans des Alpes sont si convaincus que le son des sonnettes de leurs mulets peut déterminer cette chûte de neige, que, dans les passages dangereux, ils ôtent toujours ces sonnettes au printemps; & que, lorsque les *avalanches* ont trop tardé de se faire en des endroits où elles se font annuellement, ils cherchent à les accélérer en tirant des coups de fusil dans les environs. Ces *avalanches* peuvent même former des ouragans. Pendant l'hiver de 1769 à 1770, il tomba tellement de neige, que sa masse ne put plus se soutenir, qu'elle s'écroula tout-à-coup, & fondit sur les pâturages des *communes* qui est sur la montagne de *Sixt* dans les Alpes, qu'elle le couvrit, & que son extrémité gagna la pente qui est au-dessous. L'effet de l'air, pressé par la chûte de cette masse, fut si terrible, que l'ouragan se fraya un passage au travers d'une

forêt de hêtres & de sapins qui couvre cette pente, & ne laissa pas un arbre sur pied dans sa route, ainsi que le rapporte M. de Luc, qui a été sur les lieux mêmes quelque temps après ce terrible accident. Cet ouragan produit par l'*avalanche*, suspendit le cours du *Gipre* qui coule dans la vallée, & renversa du côté opposé un grand nombre d'arbres, & des granges bien plus solides que celles qui restèrent couvertes & écrasées par l'*alavanche* dans le pâturage des *communes*. Ce pâturage des communes est surmonté par des pentes très-roides, formées des débris des rochers supérieurs; ces pentes, avec les rochers qui les dominent, forment une hauteur verticale de plus de 3000 pieds dans une vaste étendue. Presque toute cette surface se couvre de neige, qui s'y accumule par différentes causes, ainsi qu'on vient de le dire.

AVRIL; c'est ainsi qu'on nomme le quatrième mois de l'année, selon notre calendrier. Chez les Romains il étoit le second, leur année commençant en mars, avant que Numa y eût ajouté janvier & février: il est composé de trente jours; sa lettre fériale est G: c'est vers le 20 avril que le soleil paroît entrer dans le signe du taureau, qu'il parcourt jusqu'au 21 mai. Nous avons dit que le soleil paroissoit entrer dans ce signe, mais réellement c'est la terre qui parcourt le signe opposé; savoir, celui du scorpion. On a pensé que l'origine de ce mot AVRIL, *aprilis* en latin, venoit d'*aperio*, j'ouvre, parce que dans ce mois, la terre commence à ouvrir son sein, pour nous enrichir de cette multitude de végétaux qu'elle produit chaque année.

AUGE ou AUGES; terme d'astronomie, actuellement peu usité, & qui signifie la même chose qu'ABSIDES ou APSIDES. *Voyez* ces mots.

AUGURES. L'art des augures, c'est-à-dire, l'art de prédire l'avenir par les signes qu'on remarque dans le ciel en certaines circonstances, telles que les météores lumineux, ignés ou aériens, tels que les aurores boréales, les éclairs, le tonnerre, le vent, &c, & même par le vol des oiseaux, par leur chant, par la manière dont les poulets sacrés mangeoient; cet art prétendu est une des plus grandes absurdités superstitieuses de l'antiquité. Jamais il n'y a eu de conviction entre les phénomènes naturels & les évènemens moraux, & conséquemment il n'y a jamais eu de règle sûre pour conclure avec sûreté les uns des autres: que les éclairs paroissent à droite ou à gauche, à l'orient ou l'occident, au midi ou au septentrion, on ne doit rien espérer, ni avoir aucune crainte. Aussi en consultant l'histoire, en comparant les faits arrivés, on voit que tantôt ils ont été heureux, & tantôt malheureux, lorsque les éclairs brilloient à droite ou à gauche, &c. &c. On ne s'étendra pas davantage sur ce sujet, parce que l'absurdité de ces rêveries anciennes est très-connue. Cicéron disoit donc, avec raison, que les cérémonies de ce genre étoient si ridicules, qu'il s'étonnoit que deux augures pussent s'entre-regarder sans éclater de rire. Les Romains reçurent cet art des Toscans, & ceux-ci des Cariens, des Ciliciens, des Pisidiens, des Egyptiens, & ces derniers des Chaldéens.

AURORE. L'aurore ou le crépuscule du matin, est cette lumière foible qui commence à paroître quelque temps avant le lever du soleil, dans nos climats, lorsque cet astre est à dix-huit degrés au-dessous de l'horison, & qui augmente d'intensité & d'éclat à mesure que le soleil s'élève & s'approche de l'horison, en un mot, jusqu'à son lever. Je pense qu'on pourroit distinguer l'aurore du crépuscule du matin; celui-ci seroit cette lumière qui paroît vers l'orient lorsque la nuit finit. L'obscurité est égale dans toutes les parties du ciel pendant la nuit. Lorsque le crépuscule du matin commence, on voit du côté de l'orient une portion de cercle lumineux qui s'agrandit successivement, & qui permet d'entrevoir les divers objets terrestres, en même-temps qu'elle contribue à diminuer l'éclat des étoiles. L'aurore commence à ce point où finit le crépuscule, à cet instant où la lumière a un degré de vivacité, propre à faire distinguer les objets qu'on ne faisoit qu'entrevoir auparavant, à ce moment où des flots de lumière, des rayons lumineux sortent de dessous l'horison, & annoncent le lever prochain de l'astre du jour.

Les poètes ont fait l'aurore fille de l'air, & lui ont donné le titre d'avant-courrière du jour; & en cette qualité, elle est chargée de la garde des portes de l'orient: c'est elle qui, au moment prescrit, les vient ouvrir avec ses doigts de roses. Elle envoie devant elle les zéphirs pour dissiper les vapeurs sombres & pour purifier l'air épaissi. Partout où elle paroît, elle ranime la verdure, fait naître les fleurs sous ses pas, & répand par-tout les graces & la joie avec la nouvelle du jour. Voilà l'aurore poétique, voyons l'aurore naturelle; elle est si majestueuse & si brillante, qu'elle n'a besoin pour plaire d'aucun secours étranger. Je vois tout le tour de l'horison s'enflammer insensiblement du plus beau rouge: les nuages prennent par tout des couleurs vives & variées; les bords des plus épais deviennent des franges plus brillantes que l'argent: les légères vapeurs qui traversent l'orient, s'y convertissent en or: le vert des plantes affoibli par les gouttes de rosée qui le couvrent, leur donnent la douceur & l'éclat des perles. Les accroissemens perpétuels de l'aurore nous annoncent quelque chose de plus brillant qu'elle. Elle est un milieu plein de douceur, qui, en se fortifiant par degré, facilite à nos yeux le passage des ténèbres au grand jour; un moment ajoute quelque chose à celui qui l'a précédé. Nous allons de lumière en lumière jusqu'au moment où le soleil se levant, elle paroît dans sa plénitude. *Voyez* CRÉPUSCULE.

AURORE BORÉALE. L'aurore boréale, ainsi que son nom l'indique, est une lumière plus ou moins éclatante, qui paroît quelquefois vers le nord. Lorsque le soleil est sur le point de se lever, on voit du côté de l'orient une lumière qui brille à tous les yeux, & qui est l'avant-coureur de l'astre du jour. La lumière qu'on apperçoit au nord, dans le temps d'une aurore boréale, est semblable à la véritable aurore, & souvent on croiroit qu'elle annonce le lever du soleil, si on ignoroit l'heure actuelle & l'endroit où est réellement le septentrion. Il y en a qui ont défini l'aurore boréale en une espèce de nuée rare, transparente & lumineuse, qui paroît de temps en temps sur l'horison, la nuit du côté du nord; mais cette définition est bien vague. On en aura une idée bien plus distincte, lorsqu'on aura donné plusieurs descriptions des différentes apparences de ce phénomène & de ses diverses espèces, comme nous le ferons bientôt, & à mesure que l'ordre méthodique nous y conduira.

L'aurore boréale est, sans contredit, un des spectacles les plus magnifiques que le ciel puisse étaler dans sa pompe. Elle n'auroit dû, ce semble, exciter dans les esprits que l'admiration; cependant elle n'a presque jamais inspiré que la terreur & la crainte, filles ordinaires de l'ignorance. Dès les premiers âges, les timides habitans de ce globe terraquée, ont été saisis d'effroi à l'aspect de ce phénomène imposant & majestueux; &, malgré les lumières que les philosophes ont tâché de répandre dans divers siècles, les ténèbres des préjugés & des erreurs populaires, toujours renaissantes, n'ont jamais pu être entièrement dissipées. L'histoire de tous les temps en fournit mille preuves auxquelles on ne sauroit se refuser.

Quoique Aristote eût parlé en philosophe de ce phénomène dont il avoit été spectateur, au moins dans la Macédoine, sur-tout pendant les huit années qu'il y passa auprès de son disciple Alexandre le grand, les vains préjugés n'en régnèrent pas avec moins d'empire pendant les siècles qui suivirent, & nous voyons, non sans étonnement, avec quelle différence Pline l'oncle en parle. Aristote compare l'aurore boréale a *une flamme mêlée de fumée, à la lumière d'une lampe qui s'éteint, & à l'embrâsement d'une campagne dont on brûle le chaume. Elle a principalement cette apparence, lorsqu'elle s'étend beaucoup en longueur & en largeur. Ce sont*, dit-il, *de ces phénomènes qui ne paroissent que pendant la nuit, & dans un temps serein.* Le *gouffre* désigne, selon lui, le segment obscur; il nomme *tisons allumés, torches, lampes, poutres ardentes*, les colonnes, les jets de lumière qu'on remarque souvent dans ce phénomène. Selon cet illustre philosophe, *les couleurs le plus généralement répandues sur le phénomène, sont le pourpre, le rouge vif & la couleur de sang.* Liv. Ier. des *météores* d'Aristote, Chap. IV & V.

Sénèque, dans le premier livre de ses questions naturelles, dit, en parlant des feux célestes; les uns *ressemblent à une fosse creusée circulairement comme l'entrée d'une caverne; les autres, semblables à une immense tonne remplie de feu, demeurent quelquefois à la même place, & quelquefois sont portées ça & là. On voit aussi les gouffres* (chasmata), *lorsque le ciel entr'ouvert semble vomir des flammes.* Ces feux, continue-t-il, brillent de différentes couleurs; les uns sont d'un rouge très-vif, les autres ressemblent à une flamme légère qui va s'éteindre; la lumière de ceux-ci est blanche & étincelante; celle de quelques autres tire sur le jaune; & demeure tranquille sans aucune émission de rayons. Il y eut un pareil phénomène sous l'empereur Tibère, qui dura pendant une grande partie de la nuit, & qui n'ayant qu'une sombre lueur, comme celle d'une flamme mêlée de fumée, fit croire que toute la ville d'Ostie étoit en feu; de manière que les cohortes y accoururent pour y porter du secours. On ne doit avoir aucune peine de croire ce fait, puisque, selon une lettre de M. le comte de Plelo, ambassadeur de France à Copenhague, écrite en 1731, on connoissoit si peu les aurores boréales en Dannemark en 1709, qu'un grand phénomène de ce genre s'étant manifesté, plusieurs corps-de-garde sortirent, prirent les armes & battirent le tambour.

Pline, ce naturaliste si instruit, parle dans son ouvrage des *armées vues dans le ciel, qui ont paru se choquer de part & d'autre de l'orient & de l'occident, du bruit des armes & du son des trompettes que l'on y a entendu.* Liv. II, Chap. LVII. *On voit encore*, dit-il plus haut, *& rien n'est d'un plus terrible présage pour les humains, on voit dans le ciel un incendie qui semble tomber sur la terre en pluie de sang, ainsi qu'il arriva la troisième année de la 107e. olympiade, lorsque Philippe travailloit à soumettre la Grèce.* Les feux qui parurent à Rome & dans l'Italie, lorsque Tibère faisoit empoisonner à Antioche Germanicus, furent regardés par le vulgaire comme des signes de la mort de ce bon prince, qui faisoit les délices du peuple romain.

Nicéphore dit qu'on vit la nuit dans le ciel des épées & des lances, avant la mort de Théodose-le-grand, qui arriva en 395 *Hist. Ecclés. liv. XII, chap. 37.* L'irruption d'Attila, roi des Huns, dans les Gaules, fut précédée, à-peu-près vers l'an 450, par des aurores boréales, qu'on ne manqua pas de regarder comme des signes funestes des ravages & des cruautés sans nombre qu'exerça ce monstre qui prenoit plaisir à se nommer *le fléau de Dieu & le marteau de l'univers*; qui disoit avec une barbare complaisance, *que devant lui la terre trembloit*; c'étoit sans doute, a-t-on dit, de l'horreur qu'elle avoit de porter ce monstre. Selon Isidore de Séville, dans l'histoire des Goths, *il y eut plusieurs signes dans le*

ciel, le ſeptentrion parut tout en feu & changé en ſang, avec un mélange de traits ou de rayons plus clairs qui traverſoietnt la partie rouge en forme de lances.

D'après ce qu'on vient de voir, on ne ſera pas, ſans doute, ſurpris que ce phénomène naturel ait été long-temps regardé comme le ſigne de la mort des princes, comme le préſage d'évènemens funeſtes; en un mot, pour des marques de la colère de l'être-ſuprême : auſſi a-t-on vu des peuples courir en foule dans les temples, ſe couvrir de cendres & de cilices, & faire des œuvres de pénitence & de miſéricorde. Au mois de ſeptembre de l'an 1583, on vit venir à Paris, en proceſſion, les habitans de pluſieurs petites villes & villages, avec leurs ſeigneurs. *Ils diſoient avoir été émus à faire tels pénitenciaux voyages, pour ſignes vus au ciel, & feux en l'air, même vers le quartier des Ardènes, d'où étoient venus les premiers, tels pénitens, juſqu'au nombre dix à douze mille, à Notre-Dame de Reims & de Lieſſe.* Voyez le journal d'Henri III, & mém. pour ſervir à l'hiſtoire de France, tome I. page 168, édition de 1714, à Cologne.

Dans la chronique du roi Louis XI, (in-8°, 1558, pag. 70), il eſt dit que le 18 novembre 1465, *pluſieurs furent épouvantés, ne ſachant ce que c'étoit, & qu'un homme en devint fol de frayeur....... & perdit ſens & entendement en allant ouïr meſſe au Saint-Eſprit.* En 1527, le 11 octobre & le 12 décembre, on crut auſſi apercevoir *des rayons obſcurs, en forme de queues, des lances, des épées ſanglantes, des viſages d'hommes & des têtes tranchées, hideuſes par les barbes horribles & les cheveux dont elles étoient hériſſées.* Quand la crainte domine les eſprits, dans quelles ridicules rêveries & dans quelles monſtrueuſes abſurdités ne les plonge-t-elle pas! *pluſieurs perſonnes tombèrent en ſyncope* au ſpectacle de celle du 11 décembre de la même annéee, comme le certifie Creuſer, témoin oculaire, cité par Cornelius Gemma, fameux médecin de Louvain. *De divinis naturæ caracter. lib. 1, cap. VIII, pag. 210.* Ce dernier auteur même nous dit dans une de ſes deſcriptions, que la terreur que ces ſignes inſpiroit, lui faiſoit *dreſſer les cheveux de la tête.* Auſſi quelquefois croyoit-il voir vers le zénith, *un aigle ſuſpendu dans les airs par le balancement de ces ailes étendues, & dirigées de l'orient à l'occident.* Ailleurs, il dit : « qu'afin qu'il ne manquât rien à tant de prodiges pour nous figurer les évènemens futurs, la face du ciel ſe trouva alors changée pendant une heure de temps, en une eſpèce étrangère de cornet à jouer aux dez, &c. »

On peut voir par ce petit nombre de témoignages, qu'il ſeroit très-aiſé de multiplier les idées diverſes que ce phénomène brillant a excitées dans les eſprits des peuples, à différentes époques de temps. L'hiſtoire des préjugés & des erreurs de l'eſprit humain, n'eſt pas moins intéreſſante que celle des ſciences, pour les philoſophes principalement. Elle nous apprend ſur-tout, que la crainte qui domine l'imagination, défigure tous les objets, en les peignant de couleurs ſombres, de même que le deſir les embellit tous en leur prêtant des charmes ſans nombre; que les opinions dominantes influent ſingulièrement ſur la manière de voir. On peut reconnoître chaque ſiècle à ſa façon de peindre les évènemens, & deviner le ſiècle d'Ariſtote & d'Alexandre, aux traits dont les apparences de l'aurore boréale ont été décrites; celui de Pline, aux boucliers ardens qui courent dans le ciel, aux armées qui ſe combattent, au bruit des armes, au ſon des trompettes; le ſiècle d'Attila, par les plaies de ſang & de feu qu'on vit vers l'Aquilon; celui de Grégoire de Tours, à la forme de capuchon, qu'il donne au pavillon de l'aurore boréale, lorſqu'elle atteint le zénith : *en unum cuculi caput colligitur;* les années où écrivoit Cornelius Gemma, par cette eſpèce de cornet à jouer aux dez, qui figure les évènemens futurs, & repréſente un tableau fidèle des calamités, des viciſſitudes & de tous les coups de la fortune auxquels la Flandre ſe trouva bientôt expoſée; le ſiècle de Henri III, ou plutôt le temps dans lequel il vivoit, car un prince, indigne du trône, ne mérite pas l'honneur de donner le nom à ſon ſiècle; le règne de Henri III, dis-je, aux proceſſions de pénitens & de pélerins, faites pour appaiſer la colère de Dieu qui par des *ſignes vus au ciel,* avoit commencé de ſe manifeſter; & enfin, le beau ſiècle de Deſcartes & de Gaſſendi, par l'*eſpèce d'aurore qui ſembloit naître du côté du ſeptentrion.*

On peut auſſi à leurs préjugés & à leurs opinions, reconnoître dans le même ſiècle, les divers pays qui couvrent la ſurface de la terre; & cette manière d'étudier la géographie, n'eſt pas moins curieuſe que la méthode ſèche & décharnée qui eſt encore ſi accréditée. Ainſi, pour ne rapporter qu'un exemple, on reconnoîtra dans le dix-huitième ſiècle la Chine, aux idées que l'apparition des aurores boréales y fait naître. Ces phénomènes y ſont regardés comme des préſages funeſtes pour l'empereur, parce que cette nation moutonnière donne ce nom à tout ce qui paroît s'écarter des loix ordinaires de la nature. Je pourrois citer, même dans ce ſiècle de philoſophie & de lumière, d'autres exemples, pris chez des nations moins éloignées, mais les vérités ne plaiſent pas aſſez généralement.

Dans le même ſiècle, & dans le même pays, on peut juger de la trempe des génies à leur façon de penſer. Baptiſte le Grain, auteur eſtimable à bien des égards, dans ſa décade de Louis le juſte, dit au ſixième livre, « qu'il obſerva dans Paris, l'an » 1615, ſur les 8 heures au ſoir, du 26 octobre, » des hommes de feu au ciel, qui combattoient avec » des lances, & qui, par ce ſpectacle effrayant, pro-

» nostiquoient la fureur des guerres qui suivirent. » Cependant, dit la Mothe le Vayer, dans sa soixante-dix-huitième lettre, qui a pour titre, *de la crédulité*, « j'étois aussi bien que lui dans la même ville; & » je proteste, pour avoir contemplé assidument jusque sur les onze heures de nuit, le phénomène » dont il s'agit, que je ne vis rien de tel qu'il le » rapporte, mais seulement une impression céleste » assez ordinaire, en forme de pavillons, qui pa- » roissoient & s'enflammoient de fois à autres, selon » qu'il arrive souvent en de tels météores. Infinies » personnes qui sont vivantes, peuvent témoigner » ce que je dis. » Il y a même dans les siècles d'ignorance, des hommes tels que le Vayer, qui devancent les âges à venir, & il y en a souvent aussi d'autres tels, que Baptiste le Grain, qui appartiennent de droit aux siècles les plus reculés, & dont l'imagination exaltée voit des feux horribles dans le ciel, des combats dans l'air, des flammes innombrables qui s'élèvent vers la région éthérée, des chars enflammés, des boucliers ardens, des lances, des javelots enflammés, des hommes à cheval, & des signes nombreux de funestes révolutions & de calamités publiques, &c. &c.

Quelquefois, dit M. Clairaut (*figure de la terre déterminée, &c.* page. 60), ces sortes de lumières tapissent d'écarlate certains endroits du ciel. Le 18 décembre on voyoit vers le midi, une grande région du ciel, teinte d'un rouge si vif, qu'il sembloit que toute la constellation d'orion fût trempée dans le sang. . . . Je n'ai vu que deux de ces lumières rouges qui sont rares dans ce pays, où il y en a de tant de couleurs, & on les y craint comme le signe de quelque grand malheur. Enfin, lorsqu'on voit ces phénomènes, on ne peut s'étonner que ceux qui les regardent avec d'autres yeux que les philosophes, y voient des chars enflammés, des armées combattantes & mille autres prodiges. L'assemblage des pelotons blanchâtres qui rendent quelquefois le ciel tout pommelé, pendant les grandes aurores boréales où ils paroissent avoir un mouvement de trépidation, pourroit assez bien réveiller, dit M. de Moiran, l'idée d'un troupeau de chèvre.

Ajoutons ici, ce que dit Fontenelle: (*histoire de l'académie, 1716*) ces combats que quelques historiens rapportent qui ont été vus en l'air, ces soldats, ces charriots, ces lances de feu, pourroient bien n'être que ces sortes de phénomènes (les aurores boréales) racontés sur la foi du peuple, ou embellis par les historiens; ajoutons cela, & nous n'aurons pas de peine à croire que les phénomènes des aurores boréales qui sont si brillans & si variés, surtout dans certaines contrées, aient fourni à l'esprit humain, dans des siècles d'ignorance, l'occasion de tant de préjugés & de superstitions.

De l'*ancienneté de l'aurore boréale.* Il est bien vraisemblable que l'aurore boréale a paru, comme les autres météores, dès l'origine du monde; mais un concours de circonstances différentes ont empêché que le souvenir n'en ait été transmis jusqu'à nous. Il nous en reste cependant quelques vestiges relatifs aux temps qui ont suivi les premiers âges; car, les phénomènes que les anciens philosophes ont désignés sous le nom de *gouffre, de lances, de chevelures ou barbes, de tonnes de feu, de chèvres, de flambeaux, de torches, de lampes, de poutre, de soleils nocturnes, de lueur & d'embrâsement du ciel*, sont de véritables aurores boréales, plus ou moins complettes. « Si du temps des Grecs, dit M. le Monnier, dans ses *loix du magnétisme*, page 118, l'assemblée de leurs dieux se tenoit sur quelques montagnes, & sur-tout sur l'Olympe, parce que vraisemblablement les marchands qui venoient de la Thrace, y avoient apperçu plusieurs fois l'aurore boréale; on ne peut douter que le fluide n'ait été, en ce cas, aussi abondant en ces siècles-là, qu'il paroît l'être en ces siècles-ci, &c. »

Un des auteurs les plus anciens qui ait parlé de l'aurore boréale, d'une manière à la faire connoître, est Aristote, long-temps connu sous le nom de prince des philosophes. Tantôt il compare ce phénomène à une flamme mêlée de fumée, tantôt à la lumière d'une lampe qui s'éteint, & quelquefois à l'embrâsement d'une campagne dont on brûle le chaume, phénomènes, dit-il, qui ne paroissent que pendant la nuit & dans un temps serein. Liv. I. des météores, chapitres IV & V. Ciceron, dans sa troisième catilinaire, dit: qu'on *a vu des torches ardentes vers l'occident & le ciel tout en feu.* Pline, ainsi qu'on l'a vu il n'y a qu'un instant, parle d'incendie qui semble tomber en pluie de sang sur la terre; que pendant le consulat de C. Cecilius & C. N. Papirius, c'est-à-dire, vers l'an de Rome 641, on avoit vu le *ciel tout en feu; ce qui est arrivé plusieurs fois.*

Sénèque, vers la fin du premier livre de ses questions naturelles, page 839, place au nombre des feux célestes, *le ciel en feu* dont les historiens font si souvent mention; *inter hæc ponas licet & quod frequenter in historiis legimus, cœlum ardere visum, &c.* Julius Obsequens, qui composa, vers l'an 395 de Jésus-Christ, un livre des prodiges, sur-tout d'après Tite-Live, parle souvent du *ciel en feu, des nuits claires comme le jour, des torches ardentes qui s'étendent de l'orient jusqu'à l'occident: de prodigiis*, cap. XIII., &c. Conrard Lycosthène a fait à cet ouvrage des additions, pour suppléer à ce qui manque dans l'original. Depuis cette époque jusqu'à nos jours, on trouve dans différens écrivains, des preuves certaines de l'apparition de l'aurore boréale dans cette suite de siècles. Sur la fin du quatrième siècle, par exemple, & au commencement du cinquième, on apperçut une *colonne suspendue dans le ciel, & qui se montre pendant trente jours; un feu que l'on voit brûler au-dessus d'un nuage terrible par sa splendeur, & quelquefois dans tout le ciel, &c. Lycosth. prodigiorum ac ostentorum chronicon, 1557.*

On

On voit dans Grégoire de Tours, & dans divers auteurs, que dans le sixième, septième & huitième siècles, il y eut vers le septentrion des colonnes ardentes suspendues dans le ciel, du côté de l'aquilon, des rayons de lumière qui couroient dans le ciel, *qui sembloient se choquer & se croiser les uns les autres ; après quoi ils se séparoient & s'évanouissoient.* Grégor. Turon. Histoire des Francs, lib. 6 & 8.

Leibnitz, dans les mélanges de Berlin (Tome I. page 137) dit, d'après les annales de Saint-Bertin, que dans l'année 859, on vit durant la nuit des armées dans le ciel, pendant les mois d'août, de septembre & d'octobre ; c'étoit depuis l'orient jusqu'au septentrion, & au-delà, une lumière aussi claire que le jour, & d'où sembloient s'élever des colonnes sanglantes.

Les aurores boréales parurent aussi très-souvent dans les siècles suivans. On peut voir Lycosthènes, déjà cité ; ce sont toujours *des armées de feu, vues vers le septentrion, & qui ensuite se répandoient partout le ciel ; des torches ardentes & comme un sang humain d'un rouge très-vif, des lances, des étincelles dans l'air, comme le fer rouge qui est frappé par un forgeron ; des poutres ardentes & d'une grandeur énorme qui s'abaissant depuis le ciel jusqu'à la terre, s'etendit de là dans les airs sous une forme circulaire, &c.* Quelquefois les apparences de ce phénomène ont été prises pour des queues de grandes comètes dont les têtes étoient cachées sous le nord, qui ne se montroient qu'une nuit, & qui sembloient mettre tout un pays en feu ; car les comètes ont été aussi en possession de répandre la terreur & l'effroi. C'est à-peu-près ainsi que sont décrites les aurores boréales, depuis le milieu du neuvième siècle jusques vers la fin du seizième, où elles ont été assez fréquentes, sur-tout dans les années 1560 & 1564, ainsi qu'il est prouvé par l'auteur d'un ancien livre Anglois intitulé, *description des météores*, cité par M. Halley.

Mais au commencement du dix-septième siècle, les idées s'épurent, les sciences sortent des ténèbres où elles avoient été si long-temps enveloppées pendant les siècles d'ignorance ; les honteux préjugés qui avoient jusques-là dominé les esprits, s'évanouissent, & dans l'aurore de la philosophie on ne voit *ces feux qui brillent vers* l'aquilon, que comme des AURORES BORÉALES. C'est principalement aux lumières de l'illustre Gassendi, que nous sommes redevables de cette heureuse révolution dans la manière de penser ; il ne vit ce phénomène qu'avec les yeux de la philosophie, & c'est le bien voir. Cet illustre savant, qui l'observa plusieurs fois, & surtout le 12 septembre 1621, lui a donné le nom d'*aurore boréale*, & je ne doute point que ce seul changement d'expression n'ait beaucoup contribué à détruire les préjugés vulgaires ; car l'expérience de tous les jours, démontre que la plupart des hommes qui n'aiment pas beaucoup à réfléchir, jugent souvent d'après les dénominations d'usage.

Si on étoit curieux de voir une espèce de dénombrement ou de catalogue de toutes les aurores boréales qui ont été observées dans divers pays & par divers observateurs, depuis le commencement du monde jusqu'en 1739, on pourroit consulter un ouvrage, plein d'érudition, & ce qui vaut encore mieux, de discernement, composé par M. Frobès ; professeur de philosophie à Helmstad, dont le titre est : *nova & antiqua luminis atque auroræ borealis miracula, secundum seculorum atque annorum seriem, 1739.* Comme il est inutile de remonter si haut, je remarquerai seulement que depuis l'an 583, jusqu'en 1739, exclusivement, on compte 788 aurores boréales, dont le jour, le mois, & l'année sont assignés.

Nous allons présenter ici une table abrégée du nombre des apparitions des aurores boréales, depuis l'année 394, jusqu'à l'année 1751. Avant cette époque il y a beaucoup d'incertitudes ; depuis, le nombre s'en est beaucoup accru, parce que les observateurs ont été plus multipliés ; & que, selon nous, ainsi que nous le prouverons, contre l'opinion de M. de Mairan, les apparitions des aurores boréales n'ont point eu de cessations, ni de reprises périodiques, mais ont dépendu de circonstances accidentelles, entièrement incalculables, & leurs observations ont été proportionnelles au nombre & à l'assiduité des physiciens observateurs. Cette table n'a donc d'autre mérite que celui de faire connoître le résultat de ce qui a été connu, plutôt que de ce qui a eu lieu réellement.

TABLE des Aurores boréales, depuis l'année 394 jusqu'à l'année 1751.

ANNÉES.	AURORES BORÉALES considérables.	AURORES BORÉALES médiocres.	TOTAL.
de 394 à 500	quelques-unes	quelques-unes	incertain
502	1	0	1
584	1	0	1
585	1	0	1
de 770 à 778	1	quelques-unes	incertain
808	0	1	1
859	3	quelques-unes	incertain
871	0	1	1
930	1	0	1
956	0	1	1
979	0	1	1
992	1	0	1

ANNÉES.	AURORES BORÉALES considérables.	AURORES BORÉALES médiocres.	TOTAL.
993	1	0	1
998	0	1	1
1014	0	2	2
1039	0	1	1
1095	1	quelques-unes	incertain
1096	0	1	1
1098	0	1	1
1099	0	1	1
1105	0	1	1
1106	0	1	1
1115	0	1	1
1116	1	0	1
1117	0	2	2
1157	1	0	1
1193	3	0	3
1200	0	1	1
1269	0	1	1
1307	0	1	1
1325	0	1	1
1352	1	0	1
1353	0	1	1
1354	0	1	1
1446	0	1	1
1461	1	0	1
1499	0	1	1
1514	0	1	1
1518	0	1	1
1520	2	0	2
1527	1	0	1
1529	1	0	1
1534	0	1	1
1535	0	1	1
1536	0	1	1

ANNÉES.	AURORES BORÉALES considérables.	AURORES BORÉALES médiocres.	TOTAL.
1537	0	1	1
1541	0	1	1
1543	0	1	1
1545	0	1	1
1546	0	1	1
1547	0	1	1
1548	0	1	1
1549	0	1	1
1551	0	3	3
1554	0	3	3
1555	0	2	2
1556	0	2	2
1557	0	2	2
1560	0	2	2
1561	0	3	3
1564	0	4	4
1565	0	1	1
1567	0	2	2
1568	0	2	2
1569	0	1	1
1571	0	4	4
1572	0	6	6
1573	0	4	4
1574	0	2	2
1575	2	1	3
1577	0	1	1
1580	0	6	6
1581	9	0	9
1582	5	0	5
1583	3	0	3
1584	0	1	1
1585	0	2	2
1586	0	1	1

ANNÉES.	AURORES BORÉALES considérables.	AURORES BORÉALES médiocres.	TOTAL.
1588	0	5	5
1589	0	1	1
1590	0	1	1
1591	0	1	1
1592	0	1	1
1593	0	7	7
1596	0	1	1
1599	0	1	1
1600	0	1	1
1602	0	1	1
1603	0	1	1
1605	1	0	1
1606	0	1	1
1607	1	0	1
1608	0	1	2
1609	0	2	1
1612	0	1	1
1614	0	1	1
1615	1	0	1
1621	1	2	3
1622	0	1	1
1623	0	7	7
1624	0	3	3
1625	2		5
1626	1	5	6
1627	0	2	2
1628	3	2	5
1629	3	9	12
1630	0	2	1
1633	0	3	3
1634	0	3	3
1637	0	1	1
1638	0	1	1
1640	0	1	1
1645	0	1	1
1646	0	1	1
1650	0	1	1
1654	0	1	1
1655	0	1	1
1657	0	2	2
1661	0	2	2
1662	0	1	1
1663	0	1	1
1664	0	1	1
1665	0	2	2
1666	0	1	1
1671	0	1	1
1673	0	1	1
1676	0	2	2
1677	0	2	2
1680	0	1	1
1682	0	1	2
1683	0	2	2
1684	0	2	2
1685	0	1	1
1686	2	2	4
1690	3	0	3
1692	0	2	2
1693	0	2	2
1694	0	2	2
1695	0	4	4
1696	0	4	4
1697	0	1	1
1698	0	9	9
1699	0	0	40
1702	0	1	1

ANNÉES.	AURORES BORÉALES conſidérables.	AURORES BORÉALES médiocres.	TOTAL.
1704	0	1	1
1707	3	9	12
1708	1	0	1
1709	0	3	3
1710	1	0	1
1711	0	1	1
1714	0	1	1
1716	1	10	11
1717	2	10	12
1718	1	26	27
1719	8	24	32
1720	5	23	28
1721	2	17	19
1722	3	43	46
1723	4	26	30
1724	0	26	26
1725	3	27	30
1726	7	59	46
1727	2	65	67
1728	7	79	86
1729	6	59	65
1730	5	111	116
1731	5	52	57
1732	2	98	100
1733	8	19	27
1734	3	35	38
1735	4	47	51
1736	9	33	42
1737	11	29	40
1738	3	6	9
1739	11	15	26
1740	1	1	2
1741	12	9	21
1742	3	11	14
1743	0	9	9
1744	0	3	3
1745	0	3	3
1746	0	1	1
1747	0	7	7
1748	0	3	3
1749	0	3	3
1750	3	9	12
1751	0	2	2

Du temps de l'année où les aurores boréales ſont plus fréquentes. L'aurore boréale, comme la plupart des autres météores, paroît plus ſouvent dans certains mois que dans d'autres : l'obſervation en fournit pluſieurs preuves, & ce n'eſt que de cette manière que cette queſtion peut être déterminée. Muſchembroeck, qui a obſervé dans la Hollande, pendant l'eſpace de 29 ans, 750 aurores boréales ; a trouvé qu'elles étoient plus nombreuſes dans les mois de mars, avril & mai. Afin qu'on puiſſe faire toutes les comparaiſons néceſſaires, nous rapporterons le réſultat de ſes obſervations : ſur 750 apparitions d'aurores boréales, il y en a eu 49 en janvier, 47 en février, 92 en mars, 103 dans le mois ſuivant, 110 en mai, 34 en juin, 37 dans le mois de juillet, 59 dans celui d'août, 64 dans celui de ſeptembre, en octobre 74, en novembre 47, & enfin, 34 en décembre. *Cours de phyſique, &c. tom. 3. page 382.*

M. de Frobès, déjà cité, peut, par le moyen des matériaux qu'il a raſſemblés, fournir celui de réſoudre la queſtion. Mais comme il ſeroit trop long de rapporter ici le dénombrement qu'il a fait des apparitions de l'aurore boréale, depuis le commencement du monde, & que d'ailleurs on ne ſait le jour ou le mois, que de celles qui ont paru à-peu-près depuis une douzaine de ſiècles, nous nous bornerons au réſultat de ces dernières.

Depuis l'an 583, juſqu'au mois de mars de l'année 1739, & ſeulement dans le nombre de 143 années, priſes dans cet intervalle de temps, & pendant leſquels l'aurore boréale s'eſt montrée, on trouve 68 aurores boréales dans le mois de janvier, 90 dans le mois de février, 113 dans celui de mars, 67 dans celui d'avril, 28 dans le

suivant, 15 en juin, 11 en juillet, 45 en août, 80 en septembre, & 99, 92, 88 dans les trois derniers mois, ce qui fait en tout 796 apparitions.

Si on ne commence ce dénombrement qu'à l'année 1716, jusqu'à l'année 1739, exclusivement, on aura, dans un espace de 22 ans, sans interruption, 562 apparitions d'aurores boréales, dont 44 sont en janvier, 60 dans le mois de février, 86 en mars, 44 dans le mois suivant, 17 en mai, 9 en juin, 6 en juillet, 28 en août, 60 en septembre, 80 en octobre, 62 en novembre, & 66 dans le mois de décembre ; d'où il résulte que les aurores boréales ont paru plus souvent en mars & en octobre, & plus rarement en juillet, juin & mai.

M. Celsius, célèbre astronome Suédois, a rassemblé un grand nombre d'observations de l'aurore boréale faites en Suède, par lui ou par ses amis. Depuis 1716, jusqu'en 1733, inclusivement, il compte 384 aurores boréales, dont 40 ont paru en janvier, 44 en février, 57 en mars, 25 en avril, 11 en mai, 1 en juin, 2 dans le mois de juillet, 23 dans le mois suivant, 42 en septembre, 57 en octobre, 46 dans le mois de novembre, & 36 en décembre.

M. Ch. Kirch, rapporte 106 observations d'aurores boréales, faites à Berlin, de 1707 à 1735, ce qui forme l'espace de 20 années. L'aurore boréale a paru 6 fois en janvier, 10 en février, 17 en mars; & les nombres suivans 12, 3, 1, 34, 10, 25, 12 & 3 sont relatifs à la suite des autres mois.

M. Weidler, professeur de mathématiques, à Wittemberg en Saxe, a observé depuis 1730, jusqu'en 1751, exclusivement, 90 aurores boréales, dont il y en a 8 en janvier, 11 en février, 13 en mars, 7, 3, 0, 2, 11, 8, 16, 5, 6, dans les 9 mois suivans.

M. Eust Zanotti, frère de l'illustre secrétaire de l'institut de Bologne, & M. Bart. Beccari, de la même académie, ont observé à Bologne, & en plusieurs autres endroits de l'Italie, depuis 1727, jusqu'en 1751, inclusivement, 88 aurores boréales, dont 4 sont en janvier, 9 en février, 21, 5, 3, 4, 6, 7, 7, 12, 3, 7, pour les mois suivans.

M. Delisle, célèbre astronome François, appelé à Petersbourg, pour y professer l'astronomie, & M. de la Croyère son frère, ont observé dans cette ville, 233 aurores boréales, de 1726 à 1737, dont le premier de ces savans a fait mention dans les mémoires pour servir à l'histoire & au progrès de l'astronomie, Pétersbourg année 1738. Il compte 9 aurores boréales en janvier, 20 en février, 40, 22, 3, 0, 1, 16, 42, 43, 24, 13, dans les mois suivans.

M. Thomas Short, docteur en médecine, publia à Londres, en 1749, une histoire générale & chronologique de l'air, de l'eau, des saisons, des météores, &c., dans laquelle on trouve un catalogue des aurores boréales les plus remarquables depuis l'an du monde 3516. En ne commençant la supputation qu'en 1717 seulement, jusqu'en 1742, on aura les 127 observations suivantes d'aurores boréales.

JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUST.	SEPTEMB.	OCTOB.	NOVEMB.	DÉCEMB.
8,	6,	17,	11,	1,	0,	2,	9,	19,	32,	14,	8.

Les Transactions philosophiques de la Société Royale de Londres ne font aucune mention de l'Aurore boréale avant l'année 1716 ; & depuis cette époque jusqu'en 1750, on y rapporte deux cent deux observations faites en divers pays & par divers membres : elles donnent en

JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUST.	SEPTEMB.	OCTOB.	NOVEMB.	DÉCEMB.
10,	12,	32,	15,	3,	1,	3,	8,	24,	45,	20,	29.

Réunissant ensemble les observations de MM. Muschembroeck, Frobès, Celsius, Kirck, Weidler, Zanotti & Beccari, Short, & des Transactions philosophiques, on formera une Table générale qui présentera le résultat de tous les dénombremens déjà cités de cette manière.

Observations de MM.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Sommes pour les années
Frobès	68	90	113	67	28	15	11	45	80	99	92	88	796
Celſius	40	44	57	25	11	1	2	23	42	57	46	36	384
Kirck	6	10	17	12	3	1	3	4	10	25	12	3	106
Weidler	8	12	13	7	3	0	2	11	8	16	5	6	91
Zanotti & Beccari	4	9	21	5	3	4	6	7	7	12	3	7	88
Deiiſle	9	20	40	22	3	0	1	16	42	43	24	13	233
Short	8	6	17	11	1	0	2	9	19	32	14	8	148
Tranſ. philoſoph.	10	12	32	115	3	1	3	8	24	45	20	29	202
Muſchembroeck	49	47	92		110	34	37	59	64	74	47	34	750
Sommes pour les mois.	202	250	402	267	165	56	67	182	296	403	263	224	2798 Somme totale.

Cette Table eſt différente de celle qu'en a donnée M. de Mairan, 1°. en ce qu'il n'a point employé les obſervations de M. Muſchembroeck, qui ſont dans la nouvelle édition en trois volumes *in*-4°. 2°. En ce que nous avons ſupprimé les réſultats du Recueil de M. Kirck en ſupplément, dont les obſervations ſont iſolées & ont été priſes çà & là, dans l'eſpace d'environ un ſiècle; c'eſt ce qui fait que toutes les ſommes pour les mois & la ſomme totale diffèrent de beaucoup. 3°. Dans les réſultats de M. Short, nous avons ſupprimé vingt-une obſervations d'aurores boréales faites depuis 993 juſqu'à 1690, & nous n'avons commencé qu'à l'année 1717.

De ces comparaiſons, M. de Mairan vouloit conclure, relativement à ſon ſyſtême, que dans le périhélie, il y avoit ſur l'aphélie un excès de fréquence d'apparitions de l'aurore boréale; qu'il y avoit un rapport marqué entre les apparitions de ce phénoméne pendant les mois d'octobre, novembre, décembre, janvier, février, mars, & celles de l'aurore boréale durant les ſix mois ſuivans, & que ce rapport étoit de 550 à 246, ou environ de 9 à 4. Ce rapport ne prouve point un rapport de fréquence du périhélie à l'aphélie, mais plutôt un rapport de la ſaiſon froide à celle qui l'eſt moins, puiſque le nombre des aurores boréales eſt non-ſeulement plus grand en hiver qu'en été, mais encore dans les climats ſeptentrionaux que dans ceux qui le ſont moins, de même que les phénomènes électriques.

Il eſt donc plus ſage d'attendre que les obſervations de ce genre ſoient multipliées en divers lieux, & de nous contenter de ſavoir encore qu'en ſe bornant aux obſervations précédentes, qui ſont très-variées quant au climat, dans le mois de mars & dans celui d'octobre, les aurores boréales ont paru plus fréquemment que dans les autres mois de l'année, puiſque nous trouvons 402 & 403 pour la ſomme des apparitions de ce phénomène; que dans les mois de juin & de juillet, temps où les nuits ſont fort courtes & les crépuſcules très-longs, elles ſe ſont montrées beaucoup plus rarement, & ainſi des autres mois; c'eſt ce que nous nous ſommes uniquement propoſés ici.

Ce réſultat pouvoit être encore modifié par les obſervations des nouveaux ſavans qui ſe ſont enſuite conſacrés à la météorologie, M. Van-Swinden par exemple, a compté à Franeker en Friſe, trente-ſix aurores bien décidées en 1777.

JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUST.	SEPTEMB.	OCTOB.	NOVEMB.	DÉCEMB.
1,	2,	6,	5,	3,	1,	0,	3,	3,	5,	4,	3.

De la durée des aurores boréales. Rien n'eſt plus variable que le temps pendant lequel brillent les aurores boréales. Quelquefois elles ne paroiſſent que durant quelques minutes; d'autres fois, pendant pluſieurs heures, il y a des circonſtances où on les voit pluſieurs jours de ſuite, ſoit avec interruption, ſoit ſans interruption. Pour prouver ces vérités, il ſuffit de citer quelques obſervations, relativement à la durée des aurores boréales pendant quelques jours de ſuite; car tout le monde ſait que la durée de chaque apparition eſt infiniment variable, non-ſeulement d'un jour à l'autre, mais encore dans le même jour, c'eſt-à-dire, que la longueur de temps de quelques apparences eſt ſujette à des changemens très-multipliés.

L'aurore boréale du mois de ſeptembre 585, parut pendant trois nuits de ſuite. En 1593, l'aurore boréale ſe montra les 24, 25, 26, 27, 28, 29 & 30 octobre. *Voyez la collection académique, tome VI, page 551.* Voilà pour les temps éloignés de nous. Dans le ſiècle préſent, les choſes ont été les mêmes. M. Maraldi vit, en 1716, les 15 & 16 décembre, l'aurore boréale; de même le 6, le 9, 10 & 11 janvier 1717; le 6, 10 & 11 février 1720. En 1731, l'aurore boréale fut obſervée le 2, 3, 4, 5, 7 & 8 octobre; de même le 23, 24 & 25 de ce mois.

Le 24 octobre 1769, M. l'abbé Diquemare vit au Havre, pendant quatre nuits conſécutives, une très-belle aurore boréale. Il en obſerva encore dans les derniers jours de mars, & pendant les dix premiers jours d'avril de l'année 1778. M. Muſchenbroeck en en a auſſi obervé une qui dura dix jours de ſuite.

M. Van-Swinden, dans l'année 1777, à Franeker en Friſe, où il a long-temps obſervé, a vu pluſieurs aurores boréales conſécutives; ſavoir, les 6, 10, 11, 12, 22 & 29 mars de l'année 1777. Le mois ſuivant elle parut les 4, 5, 7, 8 & 9; en mai, le 30 & le 31; en octobre, le 8 & 10, le 24 & le 25.

Il paroît probable que les aurores boréales qui paroiſſent pendant pluſieurs nuits conſécutivement, ont continuellement duré ſans aucune interruption, & n'ont été effacées que par le jour. Je penſerois même que l'aurore boréale eſt preſqu'un phénomène permanent, qui non-ſeulement ſubſiſte pendant pluſieurs mois, mais conſtamment & habituellement durant toute l'année; & que c'eſt, ſous ce rapport, qu'il faut moins chercher les cauſes qui la font paroître que celles qui l'empêchent de ſe montrer toujours, & qui ſont ſi nombreuſes & ſi aiſées à être reproduites.

Les aurores boréales n'ont point de ceſſations périodiques & de repriſes régulières. Les idées d'ordre, d'enchaînement & de combinaiſon, plaiſent ordinairement à l'eſprit, & on eſt naturellement porté à imaginer dans la plupart des phénomènes une période réglée & des retours certains. La marche conſtante des aſtres, les loix préciſes qu'ils obſervent dans leur courſe réglée; les variations régulières des ſaiſons, la production annuelle de pluſieurs végétaux & de quelques êtres animés dans des temps déterminés, nous perſuadent qu'il en eſt de même de divers autres phénomènes qui tiennent à un concours de cauſes variables; c'eſt le propre de l'eſprit humain de vouloir tout généraliſer & de ſoumettre aux loix qu'il a créées tous les êtres de la nature; il n'eſt donc pas étonnant que quelques-uns aient voulu ranger l'aurore boréale parmi les phénomènes coſmiques.

Le ſpectacle de l'aurore boréale ſe montre lorſque les cauſes qui concourent à le former ont lieu, & il diſparoît dès qu'elles ceſſent d'exiſter; mais, comme depuis la production de notre globe, ces cauſes formatrices ont éprouvé continuellement de grandes variations, ce phénomène a dû ſe préſenter quelquefois avec plus ou moins de magnificence, ſans avoir de période réglée. C'eſt ainſi que les orages, les globes de feu, les tonnerres, les tremblemens de terre, les pluies, les iris, les couronnes, les parhélies, les paraſelènes, & les autres météores aériens, aqueux, ignées ou lumineux, ſont produits dans divers temps, quoiqu'ils n'aient point d'interruptions régulières & de retours périodiques.

A la vérité, en conſultant les anciens hiſtoriens, on ſeroit tenté de croire que l'aurore boréale ne s'eſt point montrée ou du moins très-rarement pendant des intervalles de temps aſſez conſidérables, mais le ſilence des auteurs ne forma jamais une preuve. La lumière zodiacale, qui certainement a toujours exiſté, n'a cependant été découverte qu'en 1683, par M. Caſſini, qui l'obſerva juſqu'en 1688. MM. Fatio, Kirch & Eimmart en firent auſſi pluſieurs obſervations juſqu'en 1694; & depuis pluſieurs années ſe paſsèrent ſans que perſonne s'occupât de cet objet, & en fit conſéquemment aucune

mention. On ne peut cependant douter que la lumière zodiacale n'ait été très-souvent visible depuis cette époque..

« Je ne comprends pas, dit avec raison M. de » Mairan, par quel sort un objet, qui touche de » si près à l'astronomie moderne & à la physique » céleste, a été négligé jusqu'à ce point par les » astronomes & par les auteurs météorologistes. » M. de Mairan auroit pu en dire autant des siècles & des années, où on s'est imaginé que l'aurore boréale n'avoit point paru, parce que les histoires de ces temps n'en présentoient aucun vestige.

Ces prétendues interruptions périodiques & ces reprises régulières, que l'illustre académicien que nous venons de nommer, a créées pour le besoin & l'intérêt de son systême, ont souvent dépendu des pluies, des nuages & des temps peu favorables, qui ont empêché d'observer les apparitions de l'aurore boréale, quelquefois du défaut d'observateurs dans certains temps & dans certains lieux ; d'autres fois, sur-tout avant l'art merveilleux de l'imprimerie, de la difficulté de transmettre à la postérité les observations qui ont été réellement faites.

Une autre cause du silence des auteurs, est que souvent on a confondu des aurores boréales tranquilles & de peu d'éclat, avec le crépuscule perpétuel, qui, pendant l'été, a lieu dans les contrées septentrionales.

La superstition, les préjugés, l'ignorance de la nature & des causes de ce phénomène, ont été encore de nouveaux obstacles, & ont eu bien plus d'influence qu'on ne pense sur les historiens des siècles de ténèbres.

Je pourrois rapporter ici un grand nombre de preuves décisives de ces assertions ; néanmoins je me bornerai à une seule. M. Jean-Dominique Berando, de Cineo en Piémont, ayant lu dans l'Encyclopédie d'Yverdon, tome IV, page 284, qu'on ne voit presque jamais d'aurores boréales en Italie, écrivit à M. de Lalande, que depuis quatre ans qu'on avoit établi un observatoire dans la tour de Cineo, il en avoit déjà observé quatre, spécialement le 27 octobre 1772, vers les sept heures du soir. Celle-ci parut jusqu'à dix heures & demie qu'elle fut couverte par un nuage. M. l'abbé Pellegrini l'observa de même ; & ils prirent de-là occasion de lire des mémoires à la société physique de Cineo, dans lesquelles ils expliquèrent, par des aurores boréales, bien des phénomènes cités comme des prodiges dans les histoires d'Italie, ainsi que M. Mairan expliquoit les fables de l'olympe & la fée Morgane, &c. *Voyez le Journal des savans*, 1773, *page* 188.

Avant que ces observateurs fussent entrés dans cette carrière, plusieurs aurores boréales dont nous n'avons aucune connoissance, avoient paru sans doute ; & nous ignorerions à jamais les apparitions dont ils ont été témoins, sans un concours de certaines circonstances. Lorsque des observateurs assidus se sont consacrés à l'art des observations, on a vu de fréquentes aurores boréales ; & dès que le nombre ou le zèle de ces savans ont diminué, elles ont semblé paroître plus rarement. Depuis que le P. Cotte s'est livré à la météorologie, il a apperçu, chaque année, à Montmorenci un très-grand nombre d'aurores boréales ; dans l'espace de dix ans il en observa quatre-vingt-six, (journal des Savans, juillet 1778) après, il a continué à en voir successivement un grand nombre qu'on auroit cru n'avoir jamais existé, s'il n'avoit multiplié ses veilles.

M. Van-Swinden, en 1777, vit trente-six aurores boréales bien décidées, & huit autres indécises, à Franeker. Muschenbroeck en observa soixante-deux en 1736, &c. &c. Celsius, à Upsal, en 1739, observa quarante-six aurores boréales, & Euler 29 à Pétersbourg, en 1771, &c. &c.

Plus il y a eu à Paris d'observateurs, plus on en a remarqué ; en 1717, on vit, dans cette ville seize aurores boréales ; les années où les astronomes ont été plus laborieux, on a aperçu beaucoup plus d'aurores boréales. Depuis qu'on a établi à l'observatoire de Paris de jeunes élèves qui, chaque nuit, sont en sentinelle, aucun phénomène de ce genre n'échappe, & on ne trouve plus de cessations prétendues périodiques ; au contraire, avant 1616, temps où il y avoit peu d'observateurs & où ceux qui existoient, observoient rarement, on regardoit cette lumière qu'ils pouvoient quelquefois apercevoir vers le nord, comme un foible météore qu'ils négligeoient ; au contraire, avant 1716, dis-je, il n'est fait, par cette raison, aucune mention des aurores boréales, ni dans les mémoires de l'Académie des sciences de Paris ; ni dans les transactions philosophiques de Londres.

Cette branche de nos connoissances ayant été, depuis peu, presque par-tout accrue & perfectionnée, les observations de ce phénomène ont été aussi, dans toutes les contrées savantes, en rapport avec le nombre des observateurs. Si un physicien ne faisoit pas attention à ces circonstances, il pourroit donner un libre essor à ses conjectures, & imaginer, dans ces derniers temps, des cessations & des reprises périodiques des aurores boréales ; mais c'est ce qu'a fait M. de Mairan qui, dans les siècles passés, a cru trouver un ordre chronologique de reprises de l'aurore boréale, & une correspondance de ces mêmes reprises avec les accroissemens de l'atmosphère solaire, & avec les différentes situations du globe terrestre qui, certainement, n'ont aucun fondement. L'auteur dont nous combattons le sentiment, auroit dû se rappeler une remarque très-judicieuse qu'il avoit faite. « La plupart des anciens auteurs ont écrit

écrit dans des pays fort méridionaux, où par conséquent l'aurore boréale devoit être moins fréquente, plus basse & moins étendue que chez nous; & comme d'ailleurs ces pays plus chauds que le nôtre, n'en étoient que plus sujets aux météores ignées ou lumineux de toute espèce, il n'est pas étonnant que les anciens aient souvent confondu ceux-ci avec les phénomèmes de l'aurore boréale, & d'autant plus, qu'ils leur attribuoient à tous une cause commune,» Page 169.

M. de Fontelle confirme merveilleusement notre opinion : « Ce que l'on ne connoît point est assez mal observé. Il faut savoir à-peu-près ce que l'on voit pour le bien voir. Les plus anciens auteurs, qui ne connoissent nullement les aurores boréales, ou les ont confondues avec des météores purement terrestres, ou en les décrivant, les ont chargées de toutes les fausses merveilles que leur imagination étonnée leur fournissoit. On les reconnoît pourtant, on les démêle, & du moins l'ancienneté du phénomène est bien prouvée ; mais ou les plus anciens écrivains vivoient dans des pays trop méridionaux pour y voir souvent des aurores boréales; ou quand ils en ont parlé, ils n'ont pas cru que la circonstance de la saison fût importante à remarquer. »

L'aurore boréale, dépendant de l'électricité, ainsi que nous le prouverons bientôt, l'aurore boréale paroîtra lorsque le fluide électrique se trouvera accumulé dans une partie de l'atmosphère pour se porter dans une autre; effet principal qui résulte de plusieurs causes productrices & de plusieurs circonstances favorables ; mais si le défaut d'équilibre électrique entre les dernières régions de l'atmosphère est peu considérable, s'il y a une trop grande distance de la terre au lieu où est formée cette rupture d'équilibre, si, &c., &c., alors l'aurore boréale, quoique existante, n'aura pas un éclat assez sensible pour paroître ; & on verra des cessations accidentelles dans des temps plus ou moins grands, mais qui ne seront nullement périodiques. Leurs cessations & leurs retours seront comme celles des météores, dépendantes de plusieurs causes contingentes ; les ouragans, les tonnerres, les tremblemens de terre, les feux volans, les pluies, les grêles, les autres météores, en un mot, cessent ou paroissent, deviennent plus ou moins fréquens dans divers temps, selon que les causes accidentelles détruisent ou modifient différemment les causes générales dont ils proviennent.

L'aurore boréale paroît fréquemment dans les contrées septentrionales. Il est certain qu'on voit très-souvent dans les régions circonpolaires une lumière septentrionale ; c'est un fait admis par tous les auteurs, même par ceux qui rejettent la perpétuité des aurores boréales. La Peyrère, dans sa relation du Groënland, composée en 1666, à Copenhague, parle ainsi de cette lumière septentrionale, d'après une chronique islandoise, écrite au commencement du quinzième siècle, par Snozzo Sturlœsonius, habitant de cette isle, qui est regardée comme un témoignage très-sûr. « L'été du Groënland, dit-il, est toujours beau, jour & nuit, si l'on doit appeler nuit ce crépuscule perpétuel qui occupe en été tout l'espace de la nuit....... Il se lève au Groënland une lumière avec la nuit, lorsque la lune est nouvelle ou sur le point de le devenir, qui éclaire tout le pays, comme si la lune étoit au plein ; & plus la nuit est obscure, plus cette lumière brille : elle fait son cours du côté du nord, & c'est pourquoi elle est appelée lumière septentrionale ; elle ressemble à un feu volant & s'étend en l'air, comme une haute & longue palissade ; elle passe d'un lieu à un autre, & laisse de la fumée aux lieux qu'elle quitte. Il n'y a que ceux qui l'ont vue qui soient capables de se représenter la promptitude & la légéreté de son mouvement, elle dure toute la nuit, & s'évanouit avec le soleil levant.... On m'a assuré que cette lumière septentrionale se voit clairement de l'Islande & de la Norwège, lorsque le ciel est serein & que la nuit n'est troublée d'aucun nuage ; elle n'éclaire pas seulement les peuples de ce continent arctique, elle s'étend jusqu'à nos climats ; & cette lumière est la même sans doute que notre ami célèbre le très-savant & très-judicieux philosophe Gassendi m'a dit avoir observé plusieurs fois, & à laquelle il a donné le nom d'aurore boréale. » On ne peut méconnoître dans ce témoignage si décisif les preuves de l'existence fréquente de l'aurore boréale dans les contrées circonpolaires du nord. Cette lumière, qui fait son cours du côté du septentrion, qui ressemble à un feu volant qui s'étend en l'air comme une longue palissade qui presse d'un lieu dans un autre, qui est remarquable par la promptitude & la légèreté de son mouvement, &c. cette lumière, avec tous ces caractères, ne peut être autre chose que l'aurore boréale ; & cette description ne peut convenir en aucune façon à la lumière produite par le reflet des glaces du nord, ni par le crépuscule, qui ne peuvent se mouvoir avec une promptitude & une légèreté qu'il n'est pas possible de se représenter sans l'avoir vue.

Thormodus Torfeus, célèbre historiographe du roi de Dannemack, dans sa *Description de l'ancien Groënland*, enchérit encore sur celle de la Peyrère. Non-seulement il fait mention de cette lumière septentrionale, connue dans ce pays sous le nom de *nordrl:os*, comme d'un phénomène très-commun, mais il parle des jets de lumière qui, comparés à des tuyaux d'orgue, ou à des roseaux lumineux, paroîtroient & disparoîtroient dans un clin-d'œil. Torfeus ajoute que Petrus Claudii ou Peder Clausen s'est trompé quand il a cru que ce phénomène étoit particulier au Groënland, à l'Islande, & aux extrémités de la Norwège.

Il assure expressément qu'il avoit « vu ce même météore en Islande de ses propre yeux; que c'étoit, à la vérité, une lumière plus tranquille & plus continue, quoiqu'elle ne laissât pas quelquefois de se mouvoir avec impétuosité, &c. » Cet historien parle, à la vérité, de la frayeur que cet objet avoit alors causé aux habitans de l'île: elle pouvoit être un effet des préjugés & de l'ignorance des causes de ses feux, de ces jets de lumière, comme elle l'a été généralement dans des temps plus reculés, quoiqu'on vît souvent ce phénomène. Le peuple de l'Islande, au commencement de ce siècle, pouvoit bien ressembler aux françois du sixième, du huitième, du neuvième & du douzième siècle: la figure que donne Torfeus est tout-à-fait curieuse.

Si quelques voyageurs, tels que Huyghens de Linschot, Fréderic Martens, Jean Wood ne parlent pas de ce phénomène, c'est qu'on ne parcourt les terres & les mers arctiques que dans certaines saisons où les aurores boréales, ou ne paroissent pas sensiblement, ou se montrent avec moins d'éclat; c'est que les meilleures descriptions des pays sont remplies d'omissions, & que l'attention que des voyageurs qui ne font ordinairement que passer dans des pays éloignés, dépend de leurs idées, de leur goûts, &c.

Par ces témoignages & par les suivans, je me hâte de le remarquer, je ne prétends point prouver que les aurores boréales resplendissantes sont perpétuelles; mais seulement que les aurores boréales tranquilles paroissent assez constamment au nord & dans les contrées circonvoisines.

M. Celsius convient, « qu'à en juger par la manière dont quelques historiens du nord se sont exprimés sur la lumière boréale, on seroit tenté de croire que cette lumière y est constante & perpétuelle. » Ce savant astronome, pendant son séjour à Tornes en Bothnie, avec les académiciens français, pour la mesure d'un degré du cercle polaire, observa quarante-six apparitions de l'aurore boréale, depuis le premier octobre 1736, jusqu'au 22 avril 1737, c'est-à-dire, dans l'espace de moins de sept mois, ainsi qu'on peut le voir dans les *Acta litteraria & scientiarum* de Suède, 1737. Cet habile astronome ayant pris la résolution de l'observer en Suède, trouva, au bout d'un petit nombre d'années, qu'elle y avoit paru trois cent seize fois.

Les aurores boréales sont très-fréquentes en Islande, & plus fortes que celles qu'on voit communément; elles se montrent dans cette isle « sur tous les rhumbs de la boussole, principalement méridional. On y voit un segment très-noir, qui jette de fortes colones de lumières. Les aurores boréales paroissent plus communément quand il fait sec, quoiqu'on en ait vu aussi pendant la pluie, ainsi qu'avant ou après. La lumière qu'elles répandent, est souvent teinte d'une couleur jaune, verte & pourpre » Voyez l'ouvrage de M. de Troïl sur l'Islande.

Dans l'espace de moins de sept mois, ainsi qu'on peut le voir dans les *Acta litteraria & scientiarum* de Suède, 1737.

M. Anderson, célèbre voyageur, nous donne, dans son *Histoire naturelle de l'Islande, du Groënland, &c.* (Tom. I., p. 229) une nouvelle preuve de la fréquence des apparitions de l'aurore boréale, pour les terres arctiques: « Il m'a toujours paru, dit-il, extraordinaire, que les plus anciens islandois, à ce qu'on m'a assuré, s'étonnent eux-mêmes des apparitions fréquentes des aurores boréales, disant qu'autrefois on les voyoit dans leur isle beaucoup plus rarement qu'aujourd'hui: « C'est qu'autrefois elles n'étoient ni connues comme aurores boréales, ni observées, ni consignées dans l'histoire comme à présent, l'art de l'imprimerie n'existant pas.

En général, les aurores boréales tenant à une cause qui a dû avoir lieu dans tous les temps, & qui devoit les déterminer à paroître du côté des régions septentrionales, ainsi que nous le prouverons, ont dû se montrer de ce côté; mais mille circonstances ont pu empêcher que le récit de toutes leurs apparitions n'ait été transmis jusqu'à nous; d'un autre côté, les observateurs n'ont presque fait attention qu'aux aurores boréales resplendissantes.

On a observé quelquefois, avant & après l'entrée du printemps, plusieurs aurores boréales indécises, dont la matière est presqu'également répandue sur tout l'horison, & quelquefois vers le couchant seulement, ou même vers le midi. On en vit de ces dernières, le 9 janvier 1730, à dix heures du soir, qui s'étendoit précisément à l'est-sud-est avec des bandes claires & obscures, & avec quelques rayons. Le 15 février de la même année, il en parut une à Genève, observée par M. Cramer; à Marseille, par le P. Laval; à Beziers, par M. Bouillet: elle étoit remarquable par la zône lumineuse & mouvante, couchée le long du zodiaque, & par plusieurs autres circonstances; elle étoit en ce sens *toute méridionale, & par-là beaucoup plus remarquable que le demi-grand cercle vertical de celle du 16 novembre 1729 qui, jusque-là, étoit unique.* Hist. de l'Académie, 1730, p. 8. MM. Musckembroek, Weidler ont vu aussi des aurores méridionales; on en a également aperçu à Montpellier.

De l'aurore méridionale. On a donné le nom d'aurore boréale au phénomène dont nous avons parlé jusqu'ici, parce qu'il a été premièrement observée dans l'hémisphère septentrional, & parce

qu'on a remarqué qu'il étoit ordinairement dirigé vers le nord; mais dans ces derniers temps, des voyageurs & des navigateurs célèbres ayant parcouru l'Amérique méridionale & les mers auftrales, ont été témoins de plufieurs aurores fituées vers le pole auftral de la terre, femblables en tout à celles que nous remarquons fouvent vers le nord; de forte qu'on peut les nommer, avec raifon, *aurores méridionales*, *aurores auftrales*. Puifqu'il y a des aurores à chacun des deux poles, on devroit donc donner au phénomène dont nous traitons à ce mot *aurore*, le nom d'AURORE POLAIRE.

Quoiqu'on n'ait pas fait dans l'hémifphère auftral autant d'obfervations de ce phènomène que dans nos contrées, il ne faut pas en conclure que l'aurore boréale foit plus commune au nord que l'aurore auftrale au midi; parce que les mers du fud ne font pas fort connues, encore moins fréquentées, & que ce n'eft que depuis peu qu'on les a reconnues & encore fort rapidement; d'un autre côté, elles font très-orageufes & prefque toujours le ciel y eft couvert de brumes; de plus, les voyageurs ne peuvent s'inftruire de ce qui arrive communément dans ces contrées, parce que les nations qui habitent ces continens, ou les ifles de ces parages, ne font point policées, que les fciences leur font entièrement inconnues, & furtout que leur langage eft fi éloigné des idiômes des voyageurs Européens, qu'on n'a que des moyens très-imparfaits de fe communiquer réciproquement fes idées. C'eft ce que nous apprennent les relations des différens voyages entrepris récemment autour du monde.

Dans le voyage manufcrit de Desbois, autour du monde, ce navigateur dit, qu'après avoir doublé, à cinquante-deux degrés de latitude fud, le cap des Vierges, qui fait l'embouchure du détroit de Magellan, ils virent de l'autre côté de ce détroit, l'île de Feu; « que cetre terre eft remplie de hautes montagnes, qui font prefque toujours couvertes de neige ou de glace. » Après avoir paffé le détroit de le Maire & le cap de Horn, ils trouvèrent des vents contraires; ils effuyèrent la pluie, la neige, la grêle qui les accabloit: la glace étoit fouvent attachée à leurs haubans... Outre ces fouffrances, dit-il, nous ne jouiffions pas de fept heures de jour, même lorfque le ciel étoit le plus ferein; car lorfque le temps étoit obfcur, comme il l'eft prefque toujours, nous en avions bien moins, & nous ne vîmes pas trois fois le foleil pendant le féjour forcé que nous fîmes dans cette contrée; encore jouiffions-nous bien peu de ce bonheur, quand nous l'avions, &c. On voit dans ce récit la preuve que nous avons avancée, que le ciel, dans ces contrées, ne permet pas d'obferver fouvent les aurores boréales, & qu'elles pourroient fréquemment exifter dans les hautes régions de l'atmofphère, fans être vifibles pour les habitans de l'hémifphère auftral, les brumes, les orages & les tempêtes les leur dérobant prefque continuellement.

Le capitaine Cook a confirmé cette vérité dans fes divers voyages dans les mers du fud; il y a éprouvé un froid rigoureux, des brumes, des pluies & des glaces qui l'empêchoient de s'avancer vers le pole autant qu'il l'auroit défiré. De fes dernières recherches, il réfulte que la vraie terre auftrale qu'il a découverte vers le cap Horn, eft une terre gelée & inhabitable; & qu'ayant pénétré jufqu'au foixante-onzième degré dix minutes de latitude fud, par la longitude de deux cent cinquante-cinq degrés, comptée de Greenwich, ou deux cent foixante-douze & demi de l'île de Fer, il fut arrêté par une glace plate, ou par une mer gelée comme une rivière, de même que le capitaine Phlipps l'avoit trouvée dans l'hémifphère boréal, vers quatre-vingt-un degrés de latitude. A cette occafion, on remarquera que l'hémifphère auftral eft plus froid que le notre, à-peu-près d'une quantité qui répond à dix degrés de latitude; & les obfervations de M. Dagelet, faites aux terres auftrales, vers le quarante-neuvième degré de latitude, prouvent la même chofe.

Ces vérités fuppofées, bien loin d'être furpris qu'on ait peu obfervé d'aurores auftrales dans les contrées ou parages du fud, on doit être étonné qu'on en ait vu autant, ainfi qu'on en fera convaincu par les obfervations fuivantes.

Frefier, en doublant le cap de Horn, découvert feulement en 1706, aperçut, en 1712, au travers des brouillards, fi communs dans les mers auftrales, une aurore méridionale. Il dit expreffément, dans fa relation de la mer du fud, que cettte lumière étoit différente du feu Saint-Elme & des éclairs, Mém. de l'Acad. des Sciences, 1741, p. 10.

Don Antoine Ulloa, un des officiers efpagnols qui firent le voyage de l'équateur avec MM. Godin, Bouguer & la Condamine, aperçut, en 1745, dans les mêmes parages, plufieurs aurores auftrales d'une très-*grande clarté, quelquefois rougeâtres, quelquefois plus brillantes, qui montoient jufqu'à trente degrés au-deffus de l'horifon.* Il ne pouvoit les obferver tout au plus que quatre minutes de fuite, à caufe des brouillads épais que le vent chaffoit: Je penfe, dit-il, qu'elles doivent être fréquentes dans l'hiver de cet hémifphère, puifque toutes les fois que les nuages le permettoient, & que le ciel venoit à fe découvrir du côté du pôle, j'en apercevois quelque chofe. Quant à l'heure où paroiffoit cette aurore, le plus fouvent c'étoit jufqu'à dix heures, & quelquefois jufqu'à minuit. » Plufieurs officiers du vaiffeau en furent auffi témoins La *lune étoit alors fous l'horifon*: ainfi on ne doit point avoir de doute fur ces obfervations. On peut voir cette lettre de D. Ulloa dans l'ouvrage fnr l'aftronomie de M. Darquier; d'autres voyageurs parlent encore d'une lumière blanchâtre

qu'ils ont vue assez constamment autour du pôle méridional, lumière qui occupe un espace tantôt plus, tantôt moins grand, & dont l'*éclat n'est pas même effacé par celui de la lune*. Ces caractères ne conviennent, sans contredit, qu'aux aurores polaires.

On vit à Cusco, le 20 août 1744, une aurore australe, qui y jeta la plus grande consternation, ainsi qu'il conste par le témoignage de D. Ignace de Chiriboga, chanoine de Quito, qui en instruisit M. de la Condamine. *Hist. de l'Acad.* 1745, *p.* 17. Le capitaine Rosnevet en a vu une vers le quarante-neuvième degré de latitude qui déclinoit de dix degrés du sud à l'est.

M. Dagelet, astronome Français, qui partit pour aller aux terres australes avec M. de Kuerguelin, sur la frégate du roi l'Oiseau, commandée par M. de Rosnevet, observa une aurore australe, par les 65 degrés de longitude & 48 degrés de latitude sud. Le 15 décembre 1773, à neuf heures & demie du soir, il vit une lumière fort considérable, dont la hauteur étoit de 30 à 35 degrés, & la largeur avoit à-peu-près cette étendue. Cette lumière étoit moins rouge & moins vive que celles qu'ont ordinairement les aurores boréales. Il y avoit plusieurs jets de faisceaux bien terminés qui déclinoient tous vers l'est, comme les aurores boréales vers l'ouest. Elle dura à peu-près trois-quarts d'heure avant de s'affoiblir sensiblement. Le baromètre étoit à 27 pouces 9 lignes, & le thermomètre de M. de Réaumur étoit à 2 degrés au-dessus du point de la congellation. On étoit alors à 12 ou 15 lieues de la terre. *Journ. des sav.* 1774, *p.* 878.

Des principes que nous établirons, pour expliquer l'aurore boréale, il résulte que la matière électrique des hautes régions se porte plutôt aux pôles; qu'à l'équateur, à cause de la force centrifuge du globe de la terre qui, par un effet de la rotation, est plus grande sous l'équateur que vers les pôles; d'où il suit que les aurores polaires, toutes choses égales, doivent être aussi fréquentes au pôle sud qu'au pôle nord; mais diverses circonstances s'opposent à ce que les apparitions des aurores dont nous parlons, soient aperçus aussi fréquemment au midi qu'au septentrion. Le peu de correspondances avec les habitans du sud, l'état d'ignorance dans lequel ils sont plongés, la rareté des voyages des Européens, les brumes considérables qui règnent dans ces parages, &c. sont autant de causes qui dérobent à notre connoissance les aurores australes; de sorte qu'on ne peut fonder, sur cet article particulier, une objection contre les explications données de ce phénomène.

Mais quelles sont les limites géographiques dans lesquelles sont renfermées les apparitions de l'aurore boréale ou méridionale. Non-seulement elle paroît souvent dans l'Islande, le Groënland, la Suède, la Prusse, le Danemarck, l'Allemagne, mais encore fréquemment en France, en Angleterre, en Hollande, &c. On l'a vue plusieurs fois en Espagne, à Tolosa, en Guispuscoa, à Cadix sur-tout, qui est au 36me degré 25 minutes de latitude; dans quelque contrées d'Italie, en 1726, par M. Manfredi à Bologne, &c., &c., mais elle est très-rare; à la Chine, en 1718, 1719 & 1722, & quelques autres fois depuis. M. de Mairan ne croit pas qu'on puisse voir l'aurore, dont nous parlons, au-dessous de 35 degrés de latitude. Cette opinion n'est pas fondée, car elle a quelquefois paru dans des contrées assez proches de l'équateur. Selon les Mémoires de l'académie des sciences de Paris, année 1747 (*Hist.* pag. 17), le 20 août 1744, on vit une aurore polaire à Cusco, qui est au 12me degré de latitude sud; elle y répandit l'effroi, au point que les indiens & même les espagnols la prirent pour un présage de la fin du monde : c'est ce que pensoient les Français & la plupart des autres européens dans les siècles de ténèbres, tant la crainte est propre à l'ignorance. Le capitaine Cook vit une aurore australe, étant à 10 degrés au sud de l'équateur, le 16 septembre 1770; son élévation au-dessus de l'horison étoit de 20 degrés, & son amplitude de 100 degrés environ.

Déclinaison de l'aurore boréale. Il s'agit de savoir si l'aurore boréale décline ou ne décline pas du point vrai du nord; & dans le premier cas, de combien elle en décline. Cette question ne peut recevoir une solution que de l'observation. Comme celle-ci n'est pas constante, on ne peut encore rien prononcer avec certitude.

Les anciens auteurs qui ont observé l'aurore boréale depuis le milieu du seizième siècle n'ont pas eu l'intention de fixer cet objet; ils se sont contentés de dire que l'aurore boréale étoit au nord ou à-peu-près. Peut-être sa déclinaison étoit-elle aussi grande qu'on le remarque à présent, peut-être étoit-elle moindre & quelquefois nulle.

Dans l'aurore boréale du 12 septembre 1621, que Gassendi observa en Provence, le sommet de l'arc lumineux étoit sous le nord; & cet arc s'étendoit vers le levant & le couchant d'été, à près de 60 degrés d'amplitude.

L'aurore boréale se montra en 1687, depuis la fin de juin jusqu'au 10 juillet, & l'illustre Dominique Cassini dit qu'elle paroissoit à 11 heures & à minuit, quand la lune ne se levoit que fort tard, qu'on la voyoit entre les pieds de devant de la grande ourse & la chèvre qui étoient presque à égale distance du méridien, l'une du côté d'occident, l'autre du côté de l'orient.

En 1718, M. Maraldi observa que l'aurore

boréale déclinoit du nord vers l'oueſt de 10 degrés environ.

M. Godin, célèbre aſtronome de Paris, aperçut, le 12 novembre 1632, ſur les 6 heures du ſoir, entre les étoiles de la grande ourſe, une aurore boréale qui, quoique baſſe, étoit cependant bien terminée par ſon limbe. Il n'y aperçut aucune déclinaiſon; ce qui, dit M. de Mairan, arrive aſſez ſouvent à l'égard de ces aurores boréales peu élevées ſur l'horiſon, & dont l'arc ne peut paroître par-là que fort ſurbaiſſée; la hauteur apparente en étant à-peu-près la même à ſon ſommet, que quelques degrés à côté, à droite & à gauche. C'eſt par la poſition de ſes jambes, de part & d'autre de la verticale abaiſſée de l'étoile polaire, qu'on en pourroit connoître la déclinaiſon; mais il arrive encore aſſez ſouvent que cette partie du limbe de ces phénomènes ſe confond avec des vapeurs obſcures, vraies ou apparentes, dont l'horiſon eſt chargé pendant leur apparition. M. Horrebow, qui vit celui-ci à Copenhague, après 6 heures, y obſerva une déclinaiſon d'environ 10 degrés, & il en détermina la hauteur de 23.

Le 22 février 1734, M. Godin obſerva encore une aurore boréale à ſegment obſcur, terminé par un arc lumineux très-brillant, dont le milieu, qui s'élevoit à plus de 10 degrés, déclinoit du nord vers l'oueſt de 14 degrés. *Mém. de l'acad. 1734, pag. 569.* Le même phénomène, obſervé à Copenhague par M. Horrebow, déja cité, avoit une hauteur de 22 à 23 degrés, & une déclinaiſon de 7 à 8 degrés.

L'année ſuivante, au même jour, M. de Mairan obſerva une aurore boréale de 11 à 12 degrés de hauteur & directement ſous le pole.

L'aurore boréale du 3 février 1750, fut obſervée à Paris par M. de Fouchi; il vit le ſommet de l'arc ſenſiblement ſous le pôle. Divers autres obſervateurs, ſitués à différentes longitudes, la virent auſſi ſous le pôle.

Dans le mois de janvier 1769, on vit à Lancaſtre, en Penſilvanie, une aurore boréale tranquille, ſans jets de lumière, qui formoit un arc élevé d'environ 40 degrés au nord. Il eſt dit, dans les Mémoires de la ſociété littéraire de Philadelphie, qu'elle ſe terminoit d'un côté au nord-eſt, & de l'autre au nord-oueſt, comme ſi elle n'eût pas indiqué dans ſon milieu une déclinaiſon ſenſible.

Nous pourrions raſſembler ici un très-grand nombre d'obſervations faites ſucceſſivement, ſoit dans le même pays, ſoit en même temps dans diverſes contrées; nous nous ſommes contentés d'en citer un nombre ſuffiſant, deſquelles il réſulte que l'aurore boréale eſt, à la vérité, quelquefois dirigée au nord; mais que plus ſouvent elle en décline plus ou moins; plus ordinairement vers l'oueſt.

Quelques-uns ont ſoupçonné que la matière électrique ſe portoit vers le ſeptentrion & ſortoit par les pôles de la terre vers les parties où il y avoit plus de minéraux; mais cette ſuppoſition eſt purement gratuite; car il n'eſt pas prouvé qu'il y ait plus de minéraux vers les pôles de la terre que vers les autres côtés; d'ailleurs, le fluide électrique des hautes régions de l'atmoſphère, eſt trop éloigné des pôles de la terre pour que l'attraction de ces minéraux pût exercer ſon activité ſur lui; & quand même cette action ſeroit ſuppoſée, il y a trop de cauſes perturbatrices & trop d'obſtacles vers les pôles, pour que l'effet fût conſtamment produit, &c.

D'autres phyſiciens on penſé qu'il y avoit une analogie entre le fluide électrique & le fluide magnétique; que de plus, il y avoit un rapport entre la déclinaiſon de l'aimant & celle des aurores boréales, ſoit que ce ſoit le même fluide qui produiſe l'une & l'autre, ſoit par d'autres cauſes; ils diſent, par exemple, qu'en 1640, la déclinaiſon de l'aimant étoit de 3 degrés vers l'eſt; qu'en 1686, cette déclinaiſon étoit de 4 degrés & demi vers l'oueſt; qu'en 1618 elle étoit de 12 degrés 30 minutes; en 1632, de 15 & quart; en 1734, de 15 & trois quarts, toujours vers l'oueſt, &c. Or, ces déclinaiſons de l'aiguille aimantée, comparées avec les déclinaiſons des aurores boréales dont on vient de rapporter les obſervations, indiquent un rapport, dit-on; puiſqu'en 1621, Gaſſendi obſerva le ſommet de l'arc lumineux d'une aurore boréale ſous le pôle, & l'aiguille aimantée déclinoit alors de 6 degrés 20 minutes vers l'eſt; en 1687, l'aiguille étoit de 4 degrés 40 minutes vers l'oueſt, tandis que l'aurore ne paroiſſoit pas avoir aucune déclinaiſon, ſelon Caſſini; en 1718, l'aurore boréale parut à M. Maraldi décliner de 10 degrés environ, tandis que l'aiguille aimantée déclinoit de 12 degrés & demi; en 1732, M. Godin obſerva la première de 10 degrés & la ſeconde de 15 & un quart; & en 1734, l'une de 14 & l'autre de 15 minutes trois quarts. L'aurore boréale, vue à Lancaſtre en Penſylvanie, en janvier 1769, n'avoit pas de déclinaiſon ſenſible, & l'aiguille aimantée ne déclinoit en juillet 1770 à Philadelphie que de 3 degrés 8 minutes à l'oueſt; mais les différences qu'on aperçoit ſont ici, ajoute-t-on, peu conſidérables.

M. le Monnier, l'aſtronome, dans ſes *loix du magnétiſme*, (pag. 153) s'exprime ainſi: « Quoique nous ayons déja fait remarquer que le milieu de l'arc des aurores boréales, lorſqu'elles ſont tranquilles, répond aſſez, en France, aux variations ſéculaires de l'aimant en déclinaiſon; ce que celle

de 1621, observée en septembre, par Gassendi, & comparée avec celles qu'on a vues en ces derniers temps, indique beaucoup mieux que les 14 à 15 degrés de déclinaison au nord-ouest, que M. du Fay leur attribuoit en 1731; il ne sera pas inutile d'ajouter à ce qui a été dit, ce que nous savons des aurores australes.... Dans l'un des attérages aux terres australes, qui fut fait en dernier lieu par M. de Rosnevet, vers le quarante-neuvième degré de latitude, on a vu une de ces aurores australes qui déclinoit du sud à l'est au moins de 10 degrés; mais la variation de l'aimant étoit plus grande en ces parages; & on auroit désiré quelque observations faites avec le plus grand soin vers le temps des équinoxes, & non pas quelques jours après le solstice d'été en ces climats, où le jour recommence presqu'aussitôt qu'il cesse, à de pareilles latitudes vers le sud. »

« Le célèbre Cook a vu un aurore australe vers le temps des équinoxes, en 1720, son vaisseau se trouvant déja fort loin & au sud-ouest de Timor, à environ 10 degrés au sud de l'équateur. Le 16 septembre, à 10 heures du soir, l'aurore australe s'élevoit d'environ 20 degrés sur l'horison, & son amplitude ou l'arc de son étendue étoit au moins de 90 à 100 degrés, sans aucun mouvement de vibrations: le milieu de l'arc de cette aurore australe, tranquille, étoit au sud-sud-est, & elle a continué de paroître, sans aucune diminution dans la vivacité de sa lumière, jusqu'à minuit & plus, &c. »

Si l'aurore boréale étoit produite par le fluide magnétique, comme le veulent les partisans de l'opinion que nous venons d'exposer, on ne devroit apercevoir aucune différence entre les deux déclinaisons; les effets auroient alors la même direction que la cause; ce qui est démenti par l'observation. Si on n'admet pas une identité, mais une simple analogie, celle-ci ne peut être que bien vague, & alors on n'en est pas plus avancé; car on peut trouver une analogie générale dans les choses les plus disparates. En effet, il n'y a point d'analogie, proprement dite, entre les deux fluides dont nous parlons, le fluide magnétique n'agissant que sur le fer, & le fluide électrique, sur tous les métaux, &c. le premier ne pouvant jamais briller ni étinceller, & le second, montrant toujours des aigrettes & des étincelles, l'un ne donnant jamais aucune commotion, tandis que l'autre en fait ressentir de très-fortes, &c. &c.; il n'y a donc ni identité, ni analogie entre ces deux fluides; il n'y a même aucun rapport soutenue entre la déclinaison de l'aiguille aimantée & celle de l'aurore boréale; car, pour l'établir, il ne suffit pas de montrer, dans quelques années, des quantités qui approchent l'une de l'autre; mais il est nécessaire de présenter un parellélisme sensible; or, l'observation démontre qu'il n'en existe aucun, même en négligeant des différences assez notables.

M. de Mairan observa, le 22 février 1735, une aurore boréale qui étoit directement sous le pôle; cependant l'aiguille aimantée déclinoit alors de 15 degrés 40 minutes.

L'aurore boréale du 3 février 1750, fut observée par M. de Fouchi: le sommet de l'arc y fut vu de différentes longitudes sensiblement sous le pôle; & cependant la déclinaison magnétique étoit alors de 17 degrés 15 minutes.

Le 9 novembre 1779, j'observai à Béziers une aurore boréale, depuis cinq heures trois quarts, jusqu'à huit heures environ: les apparences changèrent plusieurs fois, à en juger par les phénomènes du moment, souvent il parut que le systême de l'aurore boréale déclinoit vers l'est; mais dans le temps de son plus grand éclat & de sa plus grande étendue, le centre & le sommet de l'arc parurent directement sous l'étoile polaire, d'où il résulte que pour bien juger de la position d'une aurore boréale, il faut la considérer pendant une grande partie de sa durée, & principalement dans le temps de sa plus grande magnificence; sans cela on pourroit lui donner plusieurs centres; il faut sur-tout faire attention au sommet de l'arc, & négliger la position des jets lumineux & des taches rouges qui s'étendent plus ou moins d'un côté ou d'autre, & qui feroient croire que l'aurore boréale a une grande déclinaison; en un mot, on doit soigneusement distinguer le centre de l'arc lumineux du centre des apparences lumineuses; mais dans ce temps l'aiguille aimantée déclinoit vers l'ouest d'environ 22 degrés, ainsi que je l'observai; ce qui prouve qu'il n'y a pas de marche correspondante entre la déclinaison de l'aurore boréale & celle de l'aiguille aimantée. En un mot, la même année, le même mois & la même semaine, nous faisant voir l'aurore boréale, tantôt vers l'est, tantôt vers l'ouest, & quelquefois directement vers le pôle; on ne peut point assurer que sa déclinaison soit régulière & correspondante à celle de l'aiguille aimantée.

Des illusions optiques qui accompagnent l'aurore boréale. Il faut être en garde contre les erreurs des sens; ce sont des guides infidèles dont il est nécessaire de se défier, & un physicien ne doit ajouter foi à leurs rapports, qu'après avoir pris toutes les précautions possibles pour n'être pas induit en erreur. La vue est peut-être de tous les sens le plus trompeur, & tous les jours on éprouve qu'elle nous jette dans des surprises qu'on n'auroit pas soupçonnées. L'aurore boréale nous présente plusieurs exemples de cette vérité, sur-tout lorsqu'il étale à nos yeux sa plus grande magnificence. Le ciel est alors tout rayonnant, la voûte céleste étincelle de tous côtés, mille jets de lumière, agités de mille mouvemens, éblouissent les yeux, & il n'est pas possible que ce brillant spectacle n'en impose à nos regards, en produisant plusieurs illusions d'optique.

J'ai observé cet effet depuis long-temps, & principalement dans les aurores boréales de 1770, 1777, &c. qui ont été très-belles. Une grande partie de l'hémisphère céleste me paroissoit en flammes, des rayons lumineux, des colonnes brillantes, des jets resplendissans occupoient tout l'espace du ciel que mes regards pouvoient embrasser; mais je m'aperçus bientôt, en observant avec plus d'attention, que plusieurs de ces jets de lumière n'étoient qu'une pure illusion d'optique, occasionnée par la forte impression des jets qui brilloient réellement & qui subsistoient encore, lorsque ma vue se promenoit, pour ainsi dire, dans les espaces intermédiaires qui les séparoit; pour m'en assurer, je portois rapidement mes regards sur une partie du ciel où aucune lumière ne brilloit, & j'aperçus encore plusieurs jets lumineux. Il n'y a aucun doute que dans cette portion de la voûte céleste, il n'y avoit aucun rayon brillant, aucune lance ou piramide, parce que j'avois pris la précaution de faire examiner auparavant le même endroit du ciel par plusieurs personnes qui, depuis plusieurs instans, n'avoient point regardé l'aurore boréale, & dont les yeux, par conséquent, étoient exempts des impressions de lumière que j'éprouvois. Cette expérience a été faite par moi & par diverses personnes, dans des circonstances de temps & de lieu très-différentes, ainsi elle peut être regardée comme hors de doute.

Toute impression de lumière, forte ou étendue, produit cette illusion. Dans une belle nuit d'hiver, lorsque nous portons nos regards sur l'hémisphère boréale céleste, nous croyons voir un million d'étoiles, les plages du ciel nous paroissent presque toutes couvertes d'astres étincellans; c'est un fait dont tout le monde a été très-souvent témoin; & cependant, comme il est prouvé en astronomie, le nombre en est beaucoup moindre: les catalogues de Flamstéed & de l'abbé de la Caille, rassemblés, ne contiennent que près de cinq mille étoiles; mais les étoiles que nous pouvons apercevoir dans nos contrées, à la simple vue, n'excèdent pas le nombre de onze cents; si nous croyons en voir une quantité beaucoup plus grande, ce faux jugement de notre ame vient de ce que portant nos regards dans un endroit du ciel voisin de celui où nous avons réellement aperçu des étoiles, l'impression que celles-ci ont faite sur notre organe, subsiste encore, & nous la rapportons à un lieu où il n'y a point d'objet. Personne n'ignore qu'un tison allumé & mû circulairement avec une certaine vîtesse, paroît d'écrire un cercle de feu; vraie illusion d'optique qui résulte de la durée de nos sensations; l'impression que le tison a faite, à l'instant où il étoit dans une portion de la circonférence de ce cercle, subsiste encore lorsque ce tison en produit dans les autres portions où il se trouve successivement, & on doit conséquemment apercevoir un anneau de feu; mais si la vîtesse circulaire diminue, l'effet s'évanouit, parce que chaque révolution est moindre que la durée de la sensation.

M. l'abbé Diquemare a fait des observations sur la longueur de la queue des comètes qui peuvent confirmer le principe que nous venons d'établir. Ce savant a observé que les queues des comètes paroissoient plus longues qu'elles n'étoient réellement. En interposant un corps opaque entre la comète & ses yeux, de manière à ne voir que l'extrémité de la queue, cette extrémité disparut, quoiqu'il aperçût très-bien les étoiles qu'il avoit remarquées, l'instant précédent, à travers la lumière de la queue; peu après avoir retiré le corps opaque, le bout de la queue reparut, & sembla s'étendre aussi loin que dans la première observation; cet effet étoit même si considérable, qu'en interrompant le tiers de la queue d'une comète du côté du noyau, les deux autres tiers disparoissoient; & qu'en ôtant le corps opaque, on voyoit reparoître les deux tiers. Cette épreuve, répétée plusieurs fois par différentes personnes, a toujours eu le même succès.

Il étoit naturel d'examiner si les jets & les lances brillantes qu'on apperçoit dans les aurores boréales, par l'effet d'une semblable illusion d'optique, ne paroîtroient pas avoir plus de longueur qu'elles n'en ont dans la réalité, & si le bout de ces lances ne disparoîtroit pas par l'interposition d'un corps opaque, placé de telle sorte que le lieu de l'origine fût caché. M. l'abbé Diquemare s'en assura dans l'observation de l'aurore boréale du 28 juin, où les lances furent moins foibles, moins ondoyantes & moins agitées que dans les autres apparitions de ce phénomène dont il avoit été témoin précédemment. Il trouva, en effet, que le bout de ces lances disparoissoit à la vue, lorsqu'on interposoit quelque corps entre leurs parties les plus apparentes & les yeux; mais cet effet est plus foible que sur la queue des comètes, & sur-tout de celle de 1769; faut même, pour le saisir, dit-il, que l'extrémité la plus déliée de la lance se trouve devant une étoile, afin de n'avoir aucun doute sur ce que l'illusion est due à la vue, & non à l'imagination. Il faut aussi que cette extrémité soit la plus foible possible, & que ces lances soient assez tranquilles pour recommencer plusieurs fois l'observation sur la même, en la trouvant justement aussi longue, lorsqu'on a retiré le corps intermédiaire, qu'elle l'étoit auparavant; les lances blanches paroissent préférables à celles qui sont colorées; cet effet dépend encore de la même cause, de l'impression que fait sur nos yeux une lumière vive, étendue & dégradée insensiblement par l'une de ses extrémités; cette impression dure encore, lorsque nous étendons nos regards plus loin. On ne sauroit donc douter que la longueur des rayons, des lances, des pyramides, &c. qui forment le brillant spectacle des aurores boréales, ne soit en partie

l'effet d'une illusion d'optique. Néanmoins la beauté & la magnificence des aurores boréales seront encore assez grandes, quoique les illusions d'optiques lui en fassent perdre une partie; elles en assurent même l'éclat & la splendeur, puisque les illusions supposent nécessairement une grande réalité, je veux dire, une grande intensité dans la cause qui est mise en action.

Des présages des aurores boréales, & de leur influence sur l'aiguille aimantée. On sent bien que par ce titre il ne peut être, en aucune manière, question des événemens politiques qu'on a cru trop long-temps avoir été annoncés par les aurores boréales; ces temps d'ignorance & de superstition ne sont plus; les lumières que les sciences & que la physique, en particulier, répandent, ont dissipé à jamais ces vains préjugés. Il ne s'agit ici que des présages relatifs à la température, qu'on peut tirer des aurores boréales; par exemple, de savoir si elles sont les précurseurs des ouragans, ainsi que le pense M. le Monnier, de l'académie des sciences de Paris, dans ses *lois du magnétisme*, page 117; si elles annoncent un temps froid & pluvieux, comme l'a pensé l'abbé Hell, ou un temps doux & serein, selon l'opinion de quelques-uns: entrons dans quelque détail.

Toutes les apparitions de l'aurore boréale, observées par Gassendi, trois en septembre, une en avril & la cinquième en février, ont été suivies, ainsi qu'il le témoigne par des jours doux & sereins. Kirkius, dans l'observation qu'il fit à Berlin, le 6 mars 1707, dit que l'aurore boréale fut accompagnée de beau temps, & qu'il dégeloit pendant le jour. M. Maraldi dit aussi que le 11, 12 & le 13 avril 1716, jours où il observa des aurores boréales, l'air fut doux, & même chaud, ainsi qu'il arriva le 17 mars de la même année, en Angleterre, où cette lumière avoit été apperçue; l'air fut encore très-doux à Paris, le 15 & le 16 décembre 1716; & les 6, 9, & 11 janvier 1717, contre l'ordinaire de la saison. Il paroît donc, dit le savant, qu'on vient de citer, que l'apparition de ces aurores boréales a été accompagnée d'un air doux & tempéré, même en hiver & en des climats froids, ce qui donne lieu de croire que ces lumières ont été causées par des exhalaisons subtiles & sulphureuses qui, s'étant élevées de la terre & allumées dans l'air, ont contribué à le rendre doux. *Mém. de l'acad. des sciences*, 1717, *pag.* 30. Cette explication étoit digne de la physique de ce temps. M. Roëmer, dans les Mémoires de l'académie de Berlin, à l'occasion des trois aurores boréales, faites à Copenhague, aux mois de février & de mars 1707, remarque que ces phénomènes sont plutôt une marque de l'état présent de l'air, que de ce qui doit les suivre, & qu'il n'arrive pas toujours, comme quelques-uns le croient, qu'en été ce phénomène soit suivi par un beau temps, & en hiver par le froid, &c. Il seroit facile de multiplier ici des témoignages de ce genre, donnés par divers auteurs; en les comparant, on verroit qu'on ne peut rien en conclure, parce qu'il n'y a aucune uniformité dans les résultats.

A peine eut-on observé un petit nombre de fois l'aurore boréale, comme le fit Gassendi en 1621 & l'année suivante, qu'on se hâta d'assurer que les circonstances qui accompagnoient ce phénomène, devoient se trouver dans toutes les apparitions. On crut long-temps, par exemple, que ce brillant spectacle ne paroissoit qu'en l'absence de la lune, & lorsque le temps étoit serein, parce que les premières observations avoient été faites dans ces circonstances, &c. C'est ainsi que l'esprit humain, naturellement porté à anticiper sur les âges à venir, s'est toujours, pour ainsi dire, pressé de bâtir des systêmes précoces, tandis qu'il ne falloit que ramasser des matériaux pour la postérité. Aussi des observations souvent répétées depuis ces premiers temps, nous ont-elles appris que l'aurore boréale pouvoit paroître, malgré la clarté de la lune, & même dans des temps de pluie. Elles nous ont appris que les aurores boréales ont paru dans diverses températures de chaud ou de froid, de sécheresse ou d'humidité, de vent ou de calme, de beau ou de mauvais temps, &c. &c., & que l'état du temps qui les précède ou qui les accompagne, est toujours & par-tout aussi différent que l'état du temps qui les suit. Ainsi, elles ne peuvent point présager quelle sera la température qui aura lieu après leur apparition; & aucune température ne peut les annoncer, je ne dis pas avec certitude, mais même avec quelque probabilité.

Le mot de présage, pouvant être pris dans un sens actif ou passif, il ne sera pas hors de propos d'examiner ici s'il n'y a pas d'autre phénomène qui puisse servir à prédire les aurores boréales; il est bien évident à tous ceux qui réfléchissent sur les causes & les effets des phénomènes de la nature, que cette question ne peut être déterminée que par une suite d'observations semblables faites en divers temps & en différens pays, & que si on a remarqué constamment quelque phénomène précéder les aurores boréales, on pourra conclure qu'il en est un présage, qu'il en est un signe précurseur.

Or, un assez grand nombre d'observations, faites par divers savans, prouvent qu'une certaine agitation, dans l'aiguille aimantée bien suspendue, se fait souvent remarquer avant l'apparition des aurores boréales.

Les premières observations qu'on ait faites dans ce genre, remontent à l'année 1741; depuis le mois de mars de cette année, jusqu'en janvier 1747, on a remarqué que différentes aurores boréales observées à Upsal, par M. Wargentin, & quelques

quelques autres savans suédois, en même temps que la boussole, ont fait dévier l'aiguille aimantée, depuis 1 degré 24 minutes, jusqu'à 29 degrés & demi; le 28 février 1749, l'aiguille aimantée éprouva, vers les 4 heures du soir, un mouvement extraordinaire : dès qu'il fut nuit, on vit une aurore boréale des plus éclatantes. Le 2 avril, à la même heure, l'aiguille fut en mouvement, & son agitation dura jusqu'au 4, vers les 6 heures du soir : ces deux nuits furent éclairées par une lumière très-vive. Un grand nombre d'autres observations ont ensuite confirmé l'effet de ce météore sur la boussole. *Mémoires de l'académie de Stokholm, & Collect. acad. tome XI.*

M. Van-Swinden a observé plusieurs fois, à Franeker, en Frise, de grandes agitations de l'aiguille aimantée avant & pendant l'apparition des aurores boréales. M. l'abbé Hemmer a fréquemment remarqué de pareilles agitations; elles étoient même souvent si fortes, qu'il pouvoit juger, par le mouvement de son aiguille, de l'existence d'une aurore boréale, dont il n'étoit pas instruit. Le P. Cotte a observé très-souvent des mouvemens irréguliers dans l'aiguille aimantée, lesquels précédoient & accompagnoient les apparitions des aurores boréales; le grand nombre de ces mouvemens étoit de 7, 10 ou 30 minutes vers le nord, & ont servi à prédire avec succès les aurores boréales.

M. Blondeau, à Brest, a fait les mêmes observations. D. Mann a également observé à Nieuport ce phénomène. Le P. Weiss, astronome de Tyrnaw; M. Bergmann, MM. Celsius & Hiortez, Lemonnier, la Lande, &c. ont également remarqué, dans différentes circonstances, les mouvemens irréguliers de l'aiguille aimantée avant & durant l'apparition des aurores boréales. Voyez *les Mém. de l'acad. de Bruxelles, tom. II, pag. 271; Transact. philos., tom. LII, partie II, pag. 485; Loix du magnétisme, pag. 116, &c.*

Les plus grandes variations de l'aiguille aimantée, en 1789, ont eu lieu avec l'apparition de l'aurore boréale, le 27 mars, à 10 heures du soir; l'écart singulier & les agitations que l'aiguille éprouvoit pendant plus de deux heures, firent prédire, par plusieurs physiciens, cette aurore qui fut très-brillante.

J'ai également observé plusieurs fois, dans l'aiguille aimantée, des variations pendant les aurores boréales, avec des appareils préparés à ce dessein. Pour cet effet, ayant isolé des aiguilles de boussole, j'ai observé, à Béziers, pendant l'aurore boréale du 29 février 1780, que leurs agitations étoient plus grandes que celles de même longueur, qui n'étoient pas isolées : l'isolement consistoit à placer ces aiguilles à chapes d'agathe, de huit pouces trois lignes de longueur, sur un plan de verre assez épais, ou sur un gâteau de poix-résine, & dans une boîte de verre de dix pouces & demi en quarré. Ces variations ont été plus grandes dans d'autres aiguilles, également isolées, mais dont les pointes étoient repliées presque à angle droit. Durant l'aurore boréale du 15 février 1781, sur les huit heures & demi du soir, j'ai encore obtenu les mêmes résultats.

Dans l'observation que je fis à Paris le 27 avril 1783, vers les onze heures, d'une superbe aurore boréale, je remarquai de semblables agitations dans des aiguilles ordinaires de boussole.

On ne doit pas plus être surpris de cette liaison qui paroit exister, en général, entre les variations de l'aiguille aimantée & l'apparition des aurores boréales, que de celle, par exemple, qui a lieu entre une descente rapide & considérable du mercure dans le baromètre, & un grand vent ou une tempête, que de celle, &c. &c., tout étant lié dans la nature, il y a des signes qui annoncent l'action d'une cause, & conséquemment l'existence de l'effet; il y en a qui indiquent des effets simultanés, dépendant de causes ou de circonstances analogues, &c.

Si, comme on ne sauroit en douter, les aurores boréales sont des phénomènes qui dépendent de l'électricité, comme on le verra bientôt, lorsque nous traiterons de la cause des aurores boréales, il est nécessaire qu'il y ait souvent dans des aiguilles de boussole bien suspendues, une agitation plus ou moins sensible, suivant la quantité & l'action du fluide électrique qui est répandue dans l'atmosphère. Ce qui le prouve, c'est que, selon mes observations, celles du P. Cotte & de quelques autres physiciens, lorsque le temps est disposé à l'orage, (ce qui, ordinairement, est un effet de l'électricité surabondante) on observe des agitations de l'aiguille aimantée, comme dans le temps des aurores boréales.

Des observations précédentes on doit conclure, pour le dire en passant, que tous ceux qui font usage de la boussole, soit pour les observations, soit pour la pratique des arts, tels que la navigation, l'arpentage, la recherche & la conduite des mines doivent observer avec soin l'effet des aurores boréales sur cet instrument.

On se tromperoit cependant encore si on pensoit que dans toutes les observations d'aurores boréales on apperçoit des variations dans l'aiguille aimantée; car bien des fois on n'en a pas apperçu : il suffit de citer ici un petit nombre d'observations pour en être convaincu. M. Beguelin, de l'académie des sciences de Berlin, ne remarqua aucune variation, ni vacillation dans l'aiguille aimantée pendant tout le temps que dura l'aurore boréale du 18 janvier 1770. *Mém. de l'acad. de Berlin.* Le 19 & le 20

février 1771, il y a eu aurore boréale, & point de variation dans l'aiguille aimantée; de même que le 13 mars, &c. &c.

Il faut cependant remarquer que durant l'apparition de la même aurore boréale, on n'appercevra point de variation magnétique dans un endroit, tandis qu'on l'observera dans un autre, tant les circonstances locales peuvent avoir d'influence.

De la hauteur de l'aurore boréale. L'aurore boréale a toujours été regardée, par les physiciens, comme ayant son siège dans l'atmosphère terrestre; parce que, ne suivant pas le mouvement général & apparent du ciel, d'orient en occident, mais suivant, au contraire, le mouvement diurne & réel de la terre d'occident en orient, & conséquemment le mouvement diurne de l'atmosphère, elle doit avoir son siège dans cette même atmosphère. M. Maraldi fit cette remarque dès la première fois qu'il vit ce phénomène. (*Mémoire de l'académie des sc.*, 1716, *pag.* 96.) L'aurore boréale diffère en cela de la lumière zodiacale qui participe au mouvement du premier mobile & au mouvement propre du soleil. Cet habile astronome, en parlant de l'aurore boréale du 29 novembre 1721, assure, « qu'elle continua de paroître fort claire jusqu'à onze heures & demie du soir, toujours attachée aux mêmes parties de l'horison, pendant que les étoiles de la grande-ourse qui, du commencement, étoient vers le nord, & dans la partie inférieure de leurs cercles, au-dessus de la lumière, avoient passé vers la partie orientale de l'horison; ce qui prouve que la lumière ne participoit point du mouvement universel, & qu'elle étoit dans l'atmosphère. » M. de Mairan a dit également qu'on ne sauroit douter que l'aurore boréale ne soit dans l'atmosphère terrestre, puisqu'elle suit visiblement son mouvement diurne, & que l'on n'apperçoit dans aucune de ses parties, le mouvement extérieur du premier mobile où cette révolution apparente que les astres font régulièrement tous les jours autour de la terre, d'orient en occident. C'est à quoi j'ai été attentif dans le cours de plusieurs de mes observations, dit ce savant, où j'ai trouvé que la masse totale du phénomène demeuroit immobile, ou affectoit, au contraire, de se porter d'occident en orient, en se rangeant plus exactement autour du pôle de la terre, après avoir commencé par décliner beaucoup vers l'occident.

Afin de pouvoir déterminer l'élévation ordinaire des aurores boréales, il est donc à propos de connoître la hauteur de l'atmosphère: pour la connoître, on a employé communément deux moyens: le premier & le plus ancien est pris de la durée des crépuscules, & fixe la hauteur de l'atmosphère aux dernières couches d'air qui nous refléchissent les rayons du soleil, soit qu'on observe l'élévation apparente de ses couches sur l'horison en degrés & en minutes, pendant que le crépuscule subsiste, soit qu'on la déduise de la fin du crépuscule ou du commencement de l'aurore, lorsque le soleil est environ 18 degrés au-dessous de l'horison. (Voyez un Mémoire de M. de la Hire, dans les actes de l'académie des sciences, année 1713, page 54.) Le second moyen, qui est le plus moderne & le plus suivi, est fondé sur les différentes hauteurs du mercure dans le baromètre, en tant qu'elles répondent à des hauteurs terrestres accessibles & actuellement mesurées au-dessus du niveau de la mer ou de la surface de la terre, d'où l'on déduit, par le calcul, & en conséquence de quelques dilatations connues de l'air, la hauteur où l'air doit arriver pour n'avoir plus de densité sensible & pour terminer ce qu'on appelle communément l'atmosphère; mais ces deux moyens ne peuvent servir à déterminer exactement l'atmosphère, prise non pour l'amas d'air grossier qui est autour de la terre, mais pour le fluide quelconque qui enveloppe à une plus grande distance le globe de la terre & qui participe à ses mouvemens. On peut consulter, sur ce sujet le Traité de l'aurore boréale de M. de Mairan, section II, chapitre premier & second.

Cet académicien osa avancer, en 1726, à l'occasion de l'aurore boréale du 19 octobre, qu'il falloit que la matière de ce phénomène eût été à plus de soixante-dix lieues au-dessus de la surface de la terre; & que s'il en jugeoit par quelques observations particulières, sa hauteur seroit plus grande. Cette proposition étonna alors, parce qu'on étoit alors dans le préjugé que l'atmosphère avoit peu de hauteur.

Tout objet vu au-dessus de la terre, qui a une parallaxe sensible, ou qui, étant apperçu de différens lieux, paroît être à différentes hauteurs, devient bientôt d'une élévation connue; mais cette parallaxe ne peut résulter que des observations correspondantes qui ne peuvent la donner avec quelque justesse, qu'autant qu'elles sont faites en des lieux considérablement éloignés l'un de l'autre; or, ces observations ont démontré que l'aurore boréale est dans une région de l'atmosphère bien supérieure à celle des météores ordinaires, & à celle des derniers rayons du crépuscule.

L'aurore boréale du 12 septembre 1621, observée par Gassendi, à Peynier en Provence, entre Aix & Saint-Maximin, fut vue en même-temps dans toute la France, en Syrie, à Alep, c'est-à-dire, à près de 700 lieues vers l'orient de la France, & à environ 12 degrés de plus vers le midi que Paris. L'aurore boréale du 17 mars 1716, observée dans la plupart des parties septentrionales de l'Europe, le fut en même-temps par des Anglais qui faisoient route vers l'Amérique, & dont le vaisseau se trouvoit alors proche des côtes d'Espagne, à 46 degrés 36 minutes de hauteur. Quant à ce phénomène du 19

octobre 1726, il parut à Warſovie, à Moſcow, à Pétersbourg, à Rome, à Naples, à Madrid, à Lisbonne & à Cadix. Or, le calcul fait ſelon les règles de la trigonométrie, démontre que dans cette dernière obſervation où l'aurore boréale fut vue fort haut à Pétersbourg, & en même-temps à Lisbonne, ſon élévation doit avoir été de 266 lieues au moins, en apportant toutes les précautions poſſibles à mettre toujours les élémens du calcul ſur le pied le plus bas, ainſi que l'a fait M. de Mairan. De quelques autres obſervations correſpondantes faites à de plus petites diſtances, & qui ſont en grand nombre, on a également conclu que la hauteur du phénomène étoit à 100, 200 & 300 lieues.

Quelques-uns ont objecté que lorſque les aurores boréales ont été vues en divers endroits à-la-fois, il n'étoit pas certain que c'étoit toujours la même lumière qui ſe tenoit & brilloit à la même place; mais on a répondu, que par les deſcriptions que chaque obſervateur en a faites, les apparences étoient ſemblables, & que les points déterminés étoient le même ſommet des arcs lumineux, phénomènes conſtans, ou des points de divers ſommets concentriques au pole, ce qui produit un effet équivalent à celui du même point.

On ajoutera ici que M. Mayer a donné, dans le premier tome des Mémoires de l'académie impériale de Pétersbourg, un problême très-ingénieux qui fournira peut-être quelque jour un moyen fort exact de déterminer la diſtance de l'arc boréal à l'obſervateur, par une ſeule obſervation, & ayant, avec les élémens aſtronomiques de la poſition du lieu de l'obſervation, la hauteur du ſommet de ſon arc & ſon amplitude. M. de Maupertuis en donna l'analyſe & la conſtruction à l'académie des ſciences, en 1731; de ſa formule, il réſulte encore que l'arc de pluſieurs aurores boréales eſt élevé de cent ou deux cents lieues au-deſſus de la ſurface de la terre.

Le P. Boſcovich, célèbre géomètre, détermina la hauteur de l'aurore boréale, obſervée à Padoue, le 16 décembre 1737, par M. de Poleni, à 275 lieues.

Cette élévation de l'atmoſphère ne doit point ſurprendre, car on ſait qu'elle eſt très-grande: on ſait que d'après la meſure de la hauteur du pic de Ténériffe, par le P. Feuillée, minime, & de pluſieurs autres montagnes, M. Caſſini conclut, dès 1733, la hauteur de l'atmoſphère de plus de 500 lieues, lors même que l'air y ſoutiendroit encore une ligne de mercure dans le baromètre.

Euler penſe que la hauteur de l'aurore boréale eſt de quelques milliers de milles, (à 2 ou 3 mille lieues) & ſurpaſſe même quelquefois le diamètre entier de la terre, art. XIII, pag. 135 des *Rech.* de Euler; mais ſur quelles obſervations ſe ſonde-t on, dit M. de Mairan, pour porter l'aurore boréale à de pareilles diſtances & ſi fort au-deſſus de ce que nous en indiquent les parallaxes. Par tout l'hiſtorique que nous avons aujourd'hui ſur ce ſujet, nous ſavons que le ſommet de l'arc lumineux qui caractériſe le plus l'aurore boréale, a été vu quelquefois au zénith de 60 degrés de latitude; à Pétersbourg, par exemple, & même en deçà; à Upſal, à Copenhague; & de plus que la moindre latitude où ce phénomène ait été vu, ne paſſe pas le 36 ou le 35me degré, Cadix, Alep, &c.; or, ſi la matière du phénomène & de l'arc étoit de quelques milliers de milles, d'un diamètre entier de la terre, ou de 2865 lieues au deſſus de la ſurface de la terre, il eſt clair, par le calcul des ſécantes & de leurs angles correſpondans, que cet arc pourroit être vu de l'équateur même, & de bien au-delà; auſſi n'avons-nous preſque point de parallaxe qui portent l'aurore boréale à 300 lieues de hauteur.

Mais ce qui prouve que l'élévation des aurores boréales n'eſt pas auſſi grande que l'a penſé Euler, mais n'eſt ordinairement que d'environ 200 lieues, c'eſt que, d'après une ſomme de 54 obſervations faites (à Paris, à Peynier en Provence, à Breuil-lepont, à Montpellier, à Toulouſe, à Genève, à la Haye, à Padoue, à Rome, à Copenhague, à Pétersbourg, à Torneo, &c.) par divers obſervateurs qui ſe coreſpondoient; c'eſt que d'après cette ſomme de 54 obſervations, diviſée par le nombre des hauteurs données, on en tire une hauteur moyenne de 174 $\frac{14}{23}$ ou d'environ 175 lieues.

De ce que nous venons d'établir, il réſulte bien certainnement que l'aurore boréale eſt ſouvent vue par pluſieurs obſervateurs placés à de grandes diſtances entr'eux. Quelques obſervations que nous venons de citer le démontrent, & nous croyons inutile de traiter de cet objet, ſous un titre particulier. Il nous ſuffira d'en donner encore une ou deux preuves. L'aurore boréale du 17 ſeptembre 1710, parut à Paris, à Vienne en Autriche, où elle fut très-brillante, & à Pekin même, où le père Amiot, jéſuite, l'obſerva. Ce phénoméne, qui fut très-beau, fut accompagné de lames & de jets de lumière; il dura depuis 9 heures du ſoir, juſqu'a 3 heures du matin.

Les tranſactions de Philadelphie, de 1771, rapportent que le 5 janvier 1769, à 7 heures & demie du ſoir, on apperçut une très-belle aurore boréale à Lencaſtre, en Penſylvanie, qui dura juſqu'à 10 heures du ſoir. Le P. Cotte l'obſerva à Montmorenci, le même jour, à 11 heures du ſoir. Ce phénomène, qui dura juſqu'à 2 ou 3 heures du matin, fut très-beau. La Penſylvanie eſt ſituée environ au 80me degré de longitude occidentale;

ainsi les heures de Paris répondent à celles de la Pensylvanie.

L'aurore boréale du 18 janvier 1770, fut très-belle; on la vit dans toute l'Europe, à Cadix, à Rome, à Gênes, dans toute la France, à Vienne, dans la Hongrie & jusque dans les royaumes du nord. Les mêmes variations de lumière, & à-peu-près les mêmes phénomènes y furent observés en même temps.

Diverses observations de l'aurore boréale. Ce n'est qu'en observant souvent les phénomènes de la nature, qu'on peut bien les connoître; & ce n'est qu'en rassemblant les principales observations qu'on a faites pendant plusieurs années, qu'on peut en donner une idée à ceux qui n'en ont pas été témoins.

Le 6 mars 1707, M. Kirch, au rapport de Leibnitz, vit à Berlin une lumière boréale; c'est la première dont il soit fait mention dans les Mémoires de l'académie des sciences, & l'historien de l'académie dit qu'elle avoit quelque rapport à celle dont parle Gassendi dans la vie de Peiresc: elle représentoit deux arcs lumineux, dont l'un étoit plus élevé que l'autre, & tous les deux étoient directement vers le nord: leur concavité étoit tournée en en-bas, & leurs cordes parallèles à l'horison; l'arc supérieur étoit interrompu; des rayons de lumière naissans, & qui s'évanouissoient, alloient de l'un vers l'autre. *Histoire de l'académie des sciences, année 1707, page 11.* On vit aussi cette aurore à Pinembourg, éloigné de deux lieues de Copenhague.

Le 11 avril 1716, M. Maraldi vit, à dix heures & demie du soir, une aurore boréale, sous la forme d'une grande lumière blanchâtre, qui se répandoit le long de l'horison du côté du nord-ouest & du nord, dans une étendue de 80 degrés, & qui en avoit sept de largeur, hormis vers ses deux extrémités; cette lumière étoit cependant moins vive; vers le haut de cette bande lumineuse, s'élevoient de temps en temps d'autres traits de lumière, comme des colonnes perpendiculaires à l'horison, qui excédoient d'un degré ou deux la plus grande hauteur de la lumière horisontale, & y faisoient des espèces de creneaux: elles paroissoient en différens endroits à-la-fois, & duroient tout au plus une demi-minute. Ce phénomène reparut encore les deux jours suivans, mais plus foible, sur-tout le second jour. *Histoire de l'acad., 1716, pag. 6 & 7.* M. Maraldi, dans son Mémoire, donné la même année à l'académie, dit (pag. 97) que lorsque ces colones avoient disparu, on étoit huit ou dix minutes sans en voir aucune, après quoi il en paroissoit de nouveau plusieurs autres, comme les premières, en différens endroits; ainsi, ce spectacle recommença plusieurs fois dans l'espace d'une heure, & continua jusqu'à onze heures & demie du soir; outre la lumière constante & uniforme, dit-il, qui étoit semblable à l'aurore, mais plus claire & plus blanchâtre, on voyoit de temps en temps des colonnes d'une lumière un peu plus vive, qui avoient l'apparence des queues de comètes.

L'aurore boréale du 4 mars 1718, occupa environ 90 degrés de l'horison, & presqu'une même étendue de côté & d'autre du nord. La clarté varioit en largeur ou hauteur; elle avoit tantôt 5 ou 6 degrés, tantôt 7 ou 8. On y vit deux arcs lumineux, comme en 1707; ils se formèrent l'un au-dessus de l'autre, en peu de temps: le plus élevé sur l'horison étoit de 45 degrés, & beaucoup plus au-dessus de son inférieur que celui-ci n'étoit au-dessus du reste de la lumière. Ils durèrent à-peu-près un quart-d'heure. Après qu'ils eurent été dissipés, des colonnes verticales, qui n'avoient point encore paru, s'élevèrent en grand nombre & traversèrent la lumière horisontale, s'élevant jusqu'à la hauteur de 25 degrés. *Histoire de l'acad. 1718, pag. 1, 2.*

Le 30 mars 1719, à huit heures dix-huit minutes du soir, l'aurore boréale fut observée à Paris, non-seulement par les physiciens & astronomes, mais encore par une grande partie du peuple de cette capitale: « c'étoit une colonne de feu, élevée de 20 degrés sur l'horison & couchée presque parallèlement à l'horison sur une étendue de 25 à 30 degrés, un peu plus large que le demi-diamètre du soleil dans son extrémité orientale, & terminée en pointe dans l'occidentale dans toute sa longueur; le haut étoit beaucoup plus clair que le bas, qui étoit fort rouge; le tout ensemble effaçoit la lumière de la lune, quoiqu'elle fût alors dans son huitième jour, & fort nette, parce que le ciel étoit serein. Ce météore étoit entre le nord-nord-ouest, & l'ouest, & avoit un peu de mouvement vers l'ouest; il dura peu. *Hist. de l'acad., 1719, pag. 2.* Le 17 avril de la même année, M. Maraldi observa encore une autre aurore boréale, non pas tranquille comme la précédente, ni uniforme, ni d'une courte durée, mais avec des colonnes qui s'élevoient de temps en temps, & disparoissoit de même, comme en 1716. Quand ces sortes de météores ne sont pas *tranquilles*, mais agités, il paroît que leur agitation est ordinairement la même: il y a un fond, une base de lumière, d'où il s'élève, à différentes reprises, des colonnes verticales. Souvent la lumière que faisoient ces météores, étoit telle qu'on pouvoit lire les lettres capitales; souvent aussi on a vu les nuages qui passoient devant l'aurore boréale, la cacher pendant quelques instans; ce qui prouve que la matière brillante de ce météore est au-dessus des nuages.

M. de la Hire observa, le 23 octobre 1718, à onze heures du soir, une aurore boréale. Depuis le nord-est jusqu'à l'ouest, on vit un nuage fort épais qui s'étendoit depuis l'horison jusqu'à 7 ou

8 degrés de hauteur, duquel il sortoit vers le nord-est 8 ou dix lumières de 7 à 8 degrés de hauteur environ, sur 2 degrés à-peu-près de largeur, & ayant tous les mêmes mouvemens.

Le 11 février 1720, M. Maraldi observa une aurore boréale à Paris; le chevalier de Louville la vit à Orléans; le résultat de ces deux observations fut que c'étoit un grand arc lumineux, dont le sommet étoit précisément au nord, élevé sur l'horison de 6 degrés, & dont les deux moitiés, assez égales, s'étendoient de-là à chacune à 50 ou 55 degrés jusqu'à l'horison qu'elles sembloient couper. Tout le segment du cercle compris dans l'arc, étoit lumineux, & à tel point, que les corps qui y étoient exposés, jetoient une ombre sensible. Cependant cette lumière étoit si déliée, que l'on voyoit aisément au travers les étoiles de la 3me grandeur.

De temps en temps il s'élevoit de cet arc des colonnes de lumière perpendiculaires qui duroient quelques secondes, & souvent plusieurs ensemble. Quelquefois le haut de l'arc étoit crénelé par ces feux passagers, qui ensuite s'éteignoient; l'arc se divisa quelquefois en plusieurs arcs plus petits, qui se dissipoient, & ensuite il en renaissoit d'autres pareils. Les nuages qui pouvoient se mêler diversement à cette lumière, changeoient aussi les différentes apparences qu'elle auroit eues naturellement, & en varioit encore le jeu; M. Maraldi observa qu'elle s'augmenta pendant 2 heures, & s'éleva sur l'horison jusqu'à plus de 35 degrés, après quoi elle diminua & s'abaissa pendant un temps égal. *Hist. de l'acad.*, *1720*, *pag.* 4.

M. de Maupertuis, dans la relation de son voyage au nord, décrit en cette sorte les *aurores boréales* qui paroissent l'hiver en Laponie. « Si la terre est horrible alors dans ces climats, le ciel présente aux yeux les plus charmans spectacles. Dès que les nuits commencent à être obscures, des feux de mille couleurs & de mille figures éclairent le ciel, & semblent vouloir dédommager cette terre, accoutumée à être éclairée continuellement, de l'absence du soleil qui la quitte. Ces feux dans ces pays n'ont point de situation constante comme dans nos pays méridionaux. Quoiqu'on voie souvent un arc d'une lumière fixe vers le nord, ils semblent cependant le plus souvent occuper indifféremment tout le ciel. Ils commencent quelquefois par former une grande écharpe d'une lumière claire & mobile, qui a ses extrémités dans l'horison, & qui parcourt rapidement les cieux, par un mouvement semblable à celui du filet des pêcheurs, conservant dans ce mouvement assez sensiblement la direction perpendiculaire au méridien. Le plus souvent après ces préludes, toutes ces lumières viennent se réunir vers le zénith, où elles forment le sommet d'une espèce de couronne. Souvent des arcs semblables à ceux que nous voyons en France, vers le nord, se trouvent situés vers le midi; souvent il s'en trouve vers le nord & vers le midi tout ensemble: leurs sommets s'approchent, pendant que leurs extrémités s'éloignent en descendant vers l'horison. J'en ai vu d'ainsi opposés, dont les sommets se touchoient presqu'au zénith; les uns & les autres ont souvent au-delà plusieurs arcs concentriques. Ils ont tous leurs sommets vers la direction du méridien, avec cependant quelque déclinaison occidentale, qui ne paroît pas toujours la même, & qui est quelquefois insensible. Quelques-uns de ces arcs, après avoir eu leur plus grande largeur au-dessus de l'horison, se resserrent en s'approchant, & forment au-dessus plus de la moitié d'une grande ellipse. On ne finiroit pas, si l'on vouloit dire toutes les figures que prennent ces lumières, ni tous les mouvemens qui les agitent. Leur mouvement le plus ordinaire, les fait ressembler à des drapeaux qu'on feroit voltiger dans l'air; & par les nuances des couleurs dont elles sont teintes, on les prendroit pour de vastes bandes de ces taffetas que nous appelons *flambés*. Quelquefois elles tapissent d'écarlate quelques endroits du ciel. » M. de Maupertuis vit un jour à Ofwer-Tornea (c'étoit le 18 décembre 1736) un spectacle de cette espèce, qui attira son admiration, malgré tous ceux auxquels il étoit accoutumé. On voyoit vers le midi une grande région du ciel teinte d'un rouge si vif, qu'il sembloit que toute la constellation d'Orion fût trempée dans du sang. Cette lumière fixe d'abord, devint bientôt mobile; & après avoir pris d'autres couleurs de violet & de bleu, elle forma un dôme, dont le sommet étoit peu éloigné du zénith vers le sud-ouest; le plus beau clair de lune n'effaçoit rien de ce spectacle. M. de Maupertuis ajoute qu'il n'a vu que deux de ces lumières rouges, qui sont rares dans ce pays, où il y en a de tant de couleurs, & qu'on les y craint comme le signe de quelque grand malheur. Enfin, lorsqu'on voit ces phénomènes, on ne peut s'étonner que ceux qui les regardent avec d'autres yeux que les philosophes, y voyent des chars enflammés, des armées combattantes, & mille autres prodiges.

Le même savant dont nous venons de citer ce passage, a donné, dans les Mémoires de l'académie de 1733, la solution très-élégante d'un problême géométrique sur l'*aurore boréale*.

Le 19 février 1771, il y eut une aurore boréale sans jets de lumière, ni rayon: elle commença à six heures & un quart du soir, & consistoit en une lumière blanchâtre, élevée de 10 degrés au-dessus de l'horison; la partie du ciel qui le touchoit étoit obscure & enfumée; il y eut une lumière zodiacale au couchant. Le 20, l'aurore boréale parut encore sans jets, ni rayons, & à la même heure que la veille; mais elle étoit plus belle que la précédente; en ce que la lumière étoit double, dit le P. Cotte, & formoit deux ceintres séparés, par une zone d'environ 3 degrés de largeur, plus obscure et enfumée, comme la partie inférieure du

ciel ; le ceintre supérieur ne subsista que 7 & 8 minutes. Il se rompit ensuite & se divisa en plusieurs petits pelotons lumineux qui se disposèrent depuis l'ouest-sud-ouest, jusqu'au nord-nord-est. Ce phénomène disparut entièrement à 7 heures ; on ne remarqua aucune variation sensible dans l'aiguille aimantée pendant ce temps. L'air fut plus doux pendant la durée de cette aurore.

Dans le mois de septembre 1778, on observa, le 17, une aurore boréale tranquille ; le 21, une autre accompagnée de jets colorés ; le 22 elle fut magnifique, avec jets de lumière, couronne, agitation dans les rayons lumineux, & colorés de la plus belle nuance pourpre ; l'aiguille aimantée se rapprocha de 10 minutes vers le nord pendant ce phénomène. Le P. Cotte apperçut, le 21, deux corps lumineux à l'horison, semblable à jupiter, qui disparurent avec les couleurs de l'aurore boréale. *Journal des savans, oct. 1778.*

Dans la nuit du 28 au 29 juillet 1780, le même observateur vit, à Montmorenci, un phénomène de ce genre, & assez extraordinaire par ses diverses circonstances. Le spectacle commença par une belle lumière zodiacale ; mais qui, au lieu d'être blanche, étoit d'une couleur rouge de feu ; à cette lumière succéda une aurore boréale tranquille, mais très-éclatante ; ensuite on vit de nouvelles colonnes de feu dans le zodiaque, qui parurent & disparurent alternativement ; on apperçut des rayons lumineux qui, partant du foyer de l'aurore boréale, empruntoient une infinité de formes & de couleurs différentes, & qui, par leurs ondulations, sembloient être le jouet des vents qui souffloient du nord-est. Ce phénomène se termina par une aurore boréale des plus brillantes ; de manière qu'on put, pendant toute la nuit, lire sans autre secours que celui de cette lumière. On remarqua au commencement, vers neuf heures & demie du soir, depuis l'ouest jusqu'à l'est, plusieurs faisceaux de lumière élevés sur l'horison qui paroissoient & disparoissoient de temps à autre, mais qui durèrent peu. La même observation avoit été faite pendant l'aurore boréale du 21 septembre 1778. Il est encore à remarquer que l'aurore boréale n'avoit peut-être jamais été observée jusqu'à ce jour, à Paris, pendant le mois de juillet : l'aiguille aimantée annonça ce phénomène une heure avant son apparition ; on la trouva à 19 degrés 40 minutes, au lieu de 20 degrés ; elle fut singulièrement agitée pendant la durée du phénomène & pendant la matinée du 29. Ce jour, entre sept & huit heures du matin, on la vit osciller sensiblement à plusieurs reprises entre 18 degrés 40 minutes & 20 degrés 15 minutes ; elle ne prit que le soir sa direction ordinaire, qui étoit alors de 20 degrés. *Journ. des savans, nov. 1780.*

L'observation suivante mérite d'être rapportée ; je la tire d'une des lettres que m'a écrites M. Van-Swinden. L'aurore boréale du 27 mars 1781, a été remarquable par une singulière zone qu'il y avoit dans la partie australe du ciel ; cette zone étoit séparée de l'aurore boréale qui étoit au nord ; elle s'étendoit de l'est à l'ouest, & parut entre neuf heures & demie & dix heures ; elle ressembloit à une espèce de faulx, fort large à son origine à l'ouest, se terminant en pointe à l'est ; elle passoit, à son origine, par le taureau, traversoit ensuite les gemeaux, passoit un peu au-dessous de regulus, rasoit arcturus, coupoit la couronne, & alloit se terminer au-delà, en pointe, près de la lyre. Cette lance étoit d'une matière fort dense, car les étoiles, vues à travers, perdoient beaucoup de leur éclat ; elle étoit encore garnie de barbes, de sorte qu'elle ne ressembloit pas mal à une plume courbée : sa couleur étoit blanche, mêlée d'un peu de rouge sale & tirant par fois légèrement sur le violet. Elle s'évanouit à dix heures & demie par le côté d'est ; mais peu après elle reparut double au milieu & plus forte ; à dix heures trois quarts elle étoit dissipée, excepté à l'ouest, où elle paroissoit encore sous la forme d'un balai de lumière qui s'étendoit jusqu'aux gemeaux, & étoit là plus large qu'à son origine : à onze heures tout étoit fini ; mais l'aurore boréale au nord subsistoit. Le 28 il y eut encore une belle aurore boréale à couronne : à onze heures on remarqua encore une zone semblable à celle de la veille. Celle-ci est fort analogue à celle qui a été observée à Nancy le 26 février 1777, & dont la *figure* se trouve dans les Mémoires de l'académie des sciences pour cette année-là. Le 29 il y eut encore aurore boréale. Le 28 le vent se mit fixement au nord-est pour les trois jours suivans, & l'air devint fort froid, de doux qu'il étoit. Plusieurs aiguilles aimantées se sont très-peu ressenti de la présence de ces phénomènes qui les agitent ordinairement si fort. La même chose fut observée à la Haye.

Le 23 septembre 1781, après un temps orageux, de la pluie & un vent violent, à sept heures du soir, le ciel fut, à Paris, parsemé de nuages, qui laissoient appercevoir vers le nord-ouest une lumière blanchâtre, éclatante & tranquille ; elle resta dans le même état jusqu'à huit heures & demie ; alors s'élevèrent des jets ou des rayons lumineux presque jusqu'au zénith, & le phénomène s'étendoit depuis le nord-est jusqu'à l'ouest. La partie supérieure du ciel fut teinte pendant quelques instans d'une couleur purpurine ; les jets lumineux paroissoient être dans une agitation continuelle : ils disparurent enfin, & le phénomène prit une nouvelle forme. On voyoit au nord, à côté d'un gros nuage noir qui touchoit l'horison, un foyer très-lumineux, d'où s'élançoient, comme d'une fournaise, des tourbillons d'une lumière blanchâtre, qui paroissoient & disparoissoient dans le même moment. A huit heures trois quarts, le ciel se découvrit parfaitement ; le foyer de l'aurore boréale se trouva au nord-ouest,

Le vent qui souffloit de ce rumb, étoit assez fort. Il s'éleva des espèces de colonnes blanches, dont les mouvemens d'ondulation les faisoient ressembler à des drapeaux flottans, & ils paroissoient suivre la direction du vent. A neuf heures ces colonnes disparurent, mais les mouvemens d'ondulation étoient continuels, & inondoient à chaque instant le ciel d'une matière lumineuse, qui ne ressembloit pas mal à des flocons de laine qui auroient été le jouet du vent. Enfin, le phénomène s'étendit en longueur depuis le nord jusqu'à l'ouest nord-ouest; il étoit peu élevé sur l'horison, & sa base étoit enfumée; les mouvemens d'ondulation continuèrent toujours sans beaucoup de variation dans la forme du phénomène, jusqu'assez avant dans la nuit; le ciel se couvrit ensuite; il tomba un peu d'eau vers quatre heures du 24; le ciel se découvrit ensuite au lever du soleil; le vent qui étoit toujours nord-ouest étoit très-froid, puisque le thermomètre à mercure ne marquoit que 5 degrés & demi de dilatation, & celui d'esprit-de-vin, 5 degrés & un quart.

Pendant la durée de l'aurore boréale, l'aiguille aimantée n'a point varié; elle n'avoit point eu non plus de variation particulière les jours précédens; le thermomètre à mercure étoit à 7 degrés un quart; le baromètre, à 27 pouces 6 lignes 3 quarts; l'hygromètre à plume de M. Buissar, à 20 degrés un quart; le vent souffloit assez fort du nord-ouest, & l'air étoit froid.

Pour ne pas trop multiplier ces sortes d'observations, & donner trop d'étendue à cet article, je rapporterai ici, avec quelque détail, une observation que je fis à Béziers en Languedoc, le 3 décembre 1777, sur les six heures du soir environ: c'est une des plus belles qu'on ait vues depuis long-temps: j'en communiquai, dans le temps, la description suivante à l'académie des sciences de Béziers & à la société royale des sciences de Montpellier.

De grandes taches rouges répandues sur différentes plages du ciel, vers l'orient, sur-tout du côté du nord & du couchant, furent le prélude de la scène brillante qui se préparoit, & ce spectacle étoit si éclatant, si varié, & occupoit une si grande partie du ciel, qu'on ne savoit de quel côté porter la vue. A quelques degrés de hauteur au-dessus de l'horison, on aperçut, à différentes distances, des nuages noirs & obscurs d'une étendue plus ou moins grande. Une de ces nuées, ou plutôt l'apparence d'un nuage d'un plus grand volume que les autres, étoit directement au nord, beaucoup au-dessous de l'étoile polaire; son amplitude augmenta, & elle prit ensuite la figure d'un segment obscur, de forme plutôt elliptique que circulaire. Un arc concentrique, semblable à un limbe blanc, ou à une petite bande d'une lumière blanche, surmontoit ce segment noir, dont les bords étant par conséquent plus éclairés que le milieu, paroissoient représenter, selon le langage des anciens, un gouffre ou l'entrée d'une caverne; vraie illusion optique qui est un effet de la dégradation de la lumière.

La lumière de cet arc parut assez uniforme pendant quelque temps; ensuite elle éprouva quelques variations & des irrégularités dans sa circonférence; l'arc devint du côté de l'est seulement, crenelé en certains endroits, c'est-à-dire, que sa lumière étoit interrompue par des intervalles obscurs de la couleur du segment, & qui n'étoient point placés symétriquement. Cet arc lumineux parut d'abord à environ 15 degrés, ensuite il s'éleva à 25, & même après à 35 degrés au moins: son amplitude augmenta proportionnellement depuis 45 degrés à-peu-près, jusqu'à 75, & ensuite à 115 degrés.

Des colonnes lumineuses, des rayons brillans, des jets & des faisceaux de lumière sembloient partir de différens points de la circonférence de cet arc lumineux; un petit nombre paroissoit naître du sein même du segment obscur, & la plupart s'élançoient de divers endroits au-dessus de l'arc lumineux. Ils s'étendoient tous plus ou moins à une très-grande hauteur; il y en avoit aussi un grand nombre qui naissoient de divers points de l'horison, depuis l'orient jusqu'à l'occident, des deux côtés de l'arc lumineux; & leur direction me parut toujours inclinée à l'horison. J'en vis qui passoient près des constellations des hiades, des pléïades, du bélier; d'autres, par éricton, persée, cassiopée, par hercule & la tête du dragon, par l'aigle & le cygne. Une partie de cet appareil de lumière étoit projetée sur cinq grandes taches ou bandes irrégulières d'une très-grande amplitude, plus longues que larges, qui étoient dans toute leur étendue d'un rouge de sang très-vif & fort éclatant, & dont la direction étoit encore oblique à l'horison. Trois de ces cinq taches étoient entre le nord & l'ouest, & les deux autres vers l'est; c'est ce qui faisoit paroître plus vers l'occident que vers l'orient tout l'ensemble de ce phénomène; d'ailleurs, le centre du segment obscur & de l'arc lumineux n'étoit pas directement au nord; il déclinoit un peu vers l'occident d'été.

Les colonnes & les jets de lumière, les rayons & les faisceaux lumineux qui s'élançoient de divers points de l'horison dans les limites déja assignées, ou des taches rouges & de l'arc lumineux qui circonscrivoit le segment obscur, étoient de diverses grandeurs & d'un éclat différent. Quelques-unes de ces colonnes & de ces rayons de lumière paroissoient se réunir aux environs du zénith, & même passer ce point. Pour m'en assurer, je plantai perpendiculairement dans la terre un piquet, le long duquel je regardai, afin de me mettre en garde contre les erreurs de la vue & contre les

illusions optiques : alors, je vis certainement quelques colonnes prolongées en-deçà du zénith & d'autres au-delà. De ce concours mutuel des colonnes & des rayons lumineux, résultoit une apparence de coupole ou de pavillon qui n'étoit pas complète du côté du sud.

Il ne faut pas croire que ces différentes colonnes qui, des environs de l'horison, paroissoient s'élever & se réunir à l'endroit le plus haut du ciel, fussent ainsi prolongées sans aucune interruption dans leur longueur & dans leur largeur; il y avoit, au contraire, tant de discontinuité, qu'on auroit pris la plus grande partie, moins pour des portions d'un même tout, que pour plusieurs petites colonnes placées çà & là à diverses distances. En général, ces arcs, ces colonnes & ces faisceaux de rayons lumineux étoient d'une couleur blanche & phosphorique; cependant, en plusieurs endroits, ils avoient une teinte de couleur rougeâtre; en d'autres une nuance de jaune-orangé, ou d'une espèce de vert-bleu.

Ce spectacle avec toute cette pompe ne fut pas long-temps permanent, on ne le vit que pendant quelques minutes à-peu-près sur les six heures & quart dans sa plus grande splendeur. Il éprouva ensuite des alternatives de mouvement, de disparition & de réapparition dans certaines parties, de sorte que la figure totale étoit très-changeante, & prenoit successivement plusieurs formes bizarres; ainsi, tantôt on ne voyoit presque plus de créneaux, mais un arc continu d'une lumière pâle; tantôt le segment s'éclaircissoit; quelquefois les colonnes & les rayons étoient plus ou moins interrompus, plus ou moins brillans; d'autres fois diverses parties considérables disparoissoient, pour se montrer ensuite de nouveau avec des changemens marqués, qui avoient, avec les apparences que nous venons de décrire, les rapports de différentes parties à leur tout. Voilà ce qu'on peut dire des variations de ce phénomène, que j'appelerois volontiers un vrai prothée, tant il change & prend de formes diverses pour se jouer, ce semble, de l'observateur le plus attentif. Cette aurore resplendissante, avec toutes les alternatives, dont on vient de faire mention, dura presque jusqu'à sept heures, elle diminua ensuite considérablement; & un quart-d'heure après, il ne resta dans le ciel aucun vestige de tout ce magnifique appareil de colonnes radieuses, de jets lumineux, de faisceaux brillans & de taches rouges. *Voyez la figure 138.*

On vit seulement alors une aurore boréale tranquille, semblable à celle du crépuscule le plus fort; & long-temps après, cette lumière occupoit encore un très-grand espace, qui s'étendoit beaucoup plus vers l'occident que vers l'orient. Elle parut élevée d'environ 40 degrés dans sa plus grande élévation, & moins brillante à proportion qu'elle s'éloignoit de l'horison; elle subsista depuis avant six heures jusqu'à près de minuit, en diminuant graduellement de hauteur & d'amplitude. Les grandes & belles apparences du phénomène, dont nous avons parlé, la couvroient en grande partie; ainsi, ses portions correspondantes au segment elliptique obscur, aux colonnes, aux bandes, aux rayons lumineux, dont la splendeur étoit plus éclatante, ne permettoit pas de la discerner; ce n'est que dans les diminutions & les disparitions de ces brillantes parties du phénomène, qu'elle paroissoit bien, & jamais on ne la vit mieux qu'après l'extinction totale de l'aurore boréale resplendissante. Pour éviter la confusion, j'aimerois à appeler aurore boréale, celle qu'on connoît sous le nom de resplendissante, qui est avec colonne, jets, rayons de lumière, &c.; je voudrois nommer crépuscule boréal, l'aurore boréale tranquille, qui parut depuis sept heures environ, jusqu'à neuf heures passées, & depuis neuf heures & demie jusqu'au milieu de la nuit; en réservant toujours le mot de lumière septentrionale, pour désigner ce phénomène constant & visible près du pôle, & même dans le Groënland & le Spitzberg; c'est sur ce crépuscule boréal, comme sur un fond de lumière, qu'étoit projeté le beau spectacle dont nous venons d'être témoins.

Pendant que l'aurore boréale se montroit dans toute sa splendeur, on voyoit constamment quelques nuages noirs autour de l'horison : ceux qui étoient vers le nord étoient très-noirs, & ceux du midi l'étoient beaucoup moins. D'autres nuées semblables & toujours noires & très-obscures, étoient aussi dispersées à une certaine élévation entre le nord-ouest, & le nord-nord-est; on les distinguoit beaucoup mieux dans le temps des diminutions alternatives des apparences brillantes, & sur-tout après leur extinction, depuis sept heures passées, jusqu'à neuf heures & dix minutes.

Sur les neuf heures & quart, environ, il y eut une reprise du phénomène, mais beaucoup moins belle que celle qu'on avoit vue auparavant entre six & sept heures. J'aperçus alors quatres grandes girouettes qui indiquoient un vent de nord, foible, & qui ne produisoit aucune agitation sur les feuilles des arbres. Le baromètre, à neuf heures du matin, étoit à 27 pouces 8 lignes $\frac{1}{4}$; le thermomètre à 5 degrés au-dessus de zéro; à onze heures, les vapeurs & les nuages disparurent, excepté à l'horison; le soleil brilloit & faisoit sentir de la chaleur; le thermomètre au nord, étoit à 6 degrés. Cet état du ciel fut le même jusqu'à midi & quart; alors le ciel se couvrit & se chargea de nuage. A une heure & demie, le baromètre étoit à 27 pouces 7 lignes $\frac{1}{2}$; le thermomètre à 8 degrés; à trois heures & demie, le baromètre à 27 pouces 7 lignes; le thermomètre à 7 $\frac{1}{4}$; une petite pluie survint ensuite, le vent étant toujours au nord.

Le 5, il gela pendant la nuit, ainsi que durant celles qui suivirent le matin. Le vent du nord

étoit

étoit froid & fort, sans être impétueux. Après le lever du soleil, il n'y avoit de nuages qu'autour de l'horison; à neuf heures & demie, le baromètre étoit à 27 pouces 5 lignes $\frac{1}{2}$; le thermomètre à 5 degrés au-dessus de la glace; à onze heures trois quarts, baromètre 27 pouces 5 lignes $\frac{3}{4}$, thermomètre 6 $\frac{1}{2}$; à deux heures & à trois, baromètre de même; thermomètre 6; vent plus fort; il s'appaisa aux approches de la nuit, & ce calme dura jusqu'au lendemain.

Le 6, des nuages parsemés, & le soleil ne brillant que par intervalles; à neuf heures & demie, baromètre, 27 pouces 6 lignes $\frac{1}{2}$; thermomètre, 6 lignes $\frac{1}{2}$; à neuf heures, vent du nord-ouest; à dix heures, nord avec agitation; à trois heures & demie, baromètre, 27 pouces 7 lignes $\frac{1}{2}$; thermomètre, 3 degrés, vent du nord froid, ciel clair & sans nuages, excepté autour de l'horison. Le 7, baromètre 27 pouces, 10 lignes; thermomètre $\frac{1}{2}$ au-dessus de o, nord, temps clair; soleil, à 8 heures du matin, &c.

J'avois observé plusieurs aurores boréales resplendissantes pendant les années précédentes, & je n'en ai vu aucune d'aussi belle que celle dont je viens de donner la description, en y comprenant même celle du 18 janvier 1770, dont l'illustre M. de Mairan, dans une lettre à M. Bouillet, secrétaire de l'académie de Béziers; datée de Clichy, le 27 octobre de la même année, disoit: *l'aurore boréale observée par M. de Bertholon, de notre académie, est curieuse & mérite d'être notée sur mes registres*; & sur laquelle il me demanda ensuite des éclaircissemens auxquels j'eus l'avantage de satisfaire: Ce sont ces grandes aurores qui frappent tous les regards, & peuvent former des époques brillantes dans l'histoire des sciences.

La *figure* 138 représente, ainsi que nous l'avons dit, cette aurore boréale, du 3 décembre 1777, *a*, *a*, *a*, *a*, est le segment obscur; *b*, *b*, *b*, *a*, *a*, *a*, l'arc lumineux; *c*, *c*, *c*, *c*, sont des rayons de lumière; *d*, *d*, *d*, *d*, des jets, des faisceaux lumineux, des colonnes de lumière; *e*, *e*, *e*, des crénaux; *f*, *f*, *f*, *f*, des nuages noirs.

Cette description étant assez détaillée, & d'ailleurs contenant les principaux phénomènes des aurores boréales, je me contenterai de rapporter ici une notice très-courte des principales aurores boréales que j'ai observées, soit avant, soit après l'époque de celle dont je viens de parler.

J'observai à Béziers, le 18 janvier 1770, à six heures du soir, environ, une belle aurore boréale. L'apparence qui me frappa davantage, fut celle d'une grande portion d'un anneau circulaire de lumière coupé par l'horison: la largeur de cette anneau étoit très-considérable. Cette aurore s'étendoit à peu-près depuis le cheval pégase par cassiopée, par l'étoile polaire, au-dessous de la grande-ourse & descendoit vers l'orient. La couleur du fond étoit d'un beau rouge éclatant. On apperçut quelques bandes d'une lumière brillante & argentine qui tranchoient parfaitement sur la couleur du fond. Du côté de l'ouest, & principalement du côté de l'est, quelques-uns de ces jets de lumière parurent animés de mouvemens divers. Au-dessus de l'arc supérieur, on remarqua des jets parsemés de distance à distance. Cette aurore ne fut que peu de temps dans tout son éclat; car des nuages survenus & dispersés sur sa surface n'en laissèrent ensuite voir que quelques parties; à dix heures elle étoit beaucoup diminuée; on en vit encore quelques restes à minuit & demi; on la vit plus belle sur quelques-unes des montagnes du diocèse de Béziers, du côté de Ceilles, ainsi qu'on me l'assura ensuite.

Dans le mois d'octobre de l'année précédente, j'avois vu deux aurores boréales, une à cinq heures du matin, & l'autre le soir du même jour; mais elles n'étoient pas aussi brillantes que celle du 18 janvier 1770.

Le 31 août 1770, à trois heures & demi du matin, je vis une aurore boréale qui, sans doute, avoit paru auparavant: j'apperçus distinctement sept bandes de lumières assez larges, éloignées les unes des autres, & placées entre le nord & le nord-est. La première rasoit l'étoile *E* de la grande-ourse, & tomboit perpendiculairement; la dernière bande descendoit de cassiopée perpendiculairement à l'horison. Ces bandes lumineuses paroissoient être les portions de différens anneaux de cercles dont la convexité étoit peu sensible & dont les parties opposées n'étoient pas visibles. Il y a tout lieu de croire que cette aurore tendoit à sa fin, puisque sa lumière s'affoiblit ensuite successivement.

Le 17 mars 1778, à neuf heures & quart du soir, je vis à Béziers une aurore boréale bien marquée, qui parut du côté du nord-ouest. Ses limites étoient renfermées dans l'espace compris entre les perpendiculaires tirées à l'horison, d'un côté par les pleïades, & de l'autre par la troisième étoile de la queue de la petite-ourse. Le point principal, celui où les apparitions furent les plus fréquentes, & où les couleurs étoient les plus vives paroissoit au-dessous de cassiopée. On voyoit des bandes blanches & lumineuses, des rayons & des jets brillans sur des taches d'un rouge pâle; les unes & les autres étoient perpendiculaires à l'horison. Les plus élevées étoient au-dessous de la brillante de persée & au-dessous de la queue de la petite-ourse, celles qui occupoient l'espace intermédiaire étoient plus basses. La plus grande hauteur des premières bandes étoit plus de la moitié, & moins des deux tiers de la hauteur du pole, entre 21 degrés & 28 degrés environ. Il y a apparence que cette aurore boréale avoit commencé de paroître depuis quelque temps,

lorſque je m'en aperçus par haſard ; elle dura avec diverſes alternatives de mouvemens de diſparitions & de réapparitions juſqu'à neuf heures trois quarts. Le baromètre étoit à 28 pouces, le thermomètre à 5 degrés & quart. Le matin on avoit vu de la gelée blanche; mais toute la journée fut belle, avec ſoleil brillant; le ſoir point de nuages, des vapeurs ſeulement au midi qui rendoient les étoiles moins reſplendiſſantes.

Le 13 février 1779, j'aperçus à Béziers, depuis cinq heures trois quarts du ſoir juſqu'à 7 heures & quart environ, une aurore boréale. De grandes taches rouges étoient diverſement répandues dans la zône polaire qui comprend les conſtellations appelées la grande-ourſe, le dragon, cephée & caſſiopée; on vit quelques rayons lumineux du côté de la grande-ourſe; il y eut pluſieurs nuages qui parurent ſucceſſivement pendant cette apparition. Ces phénomènes ayant diſparu une heure & demie après le commencement de l'aurore boréale, on ne remarqua, pendant quelques heures, que le ſegment de lumière circulaire qui paroît au-deſſous du pôle ſeptentrional.

Je ne vis point d'aurore le 14, mais on m'a aſſuré l'avoir obſervée à travers des interruptions de nuages qui furent beaucoup plus nombreux & plus épais que le jour précédent. Le vent du ſud régna le 13 & le 14.

Le 15 de la même année, à 5 heures trois quarts, j'obſervai de nouveau l'aurore boréale qui fut toujours accompagnée de grandes taches rouges & de quelques colonnes lumineuſes, juſqu'à ſix heures & demie; l'éclat des unes & des autres fut plus ou moins vif pendant ce temps. Une ſeconde apparition, plus belle que la première, eut lieu depuis huit heures juſqu'à neuf heures & demie; nonſeulement je vis de grandes taches rouges dans le même eſpace du ciel qu'elles occupoient le 13, leſquelles déclinoient encore du côté de l'oueſt; nonſeulement je vis auſſi des colonnes lumineuſes qui parurent plus fréquemment vers l'eſt, & à-peu-près dans le voiſinage de la grande ourſe, mais encore un arc lumineux, au-deſſous duquel étoit une bande obſcure; l'un & l'autre parut bien formé & très-diſtinct. Le ſegment circulaire lumineux, placé concentriquement deſſous la bande & l'arc dont je viens de parler, avoit une couleur de bleu noir, & dura long-temps, ſelon l'ordinaire; l'arc lumineux étoit peu élevé & ſon amplitude ne s'étendoit pas beaucoup.

Le baromètre étoit plus élevé que je ne l'ai jamais vu, ſa hauteur étoit de 28 pouces 4 lignes; & le thermomètre de Réaumur de 7 degrés au-deſſus de zéro. Un vent du nord foible ſe faiſoit ſentir; quelques nuages étoient diſperſés au bas de l'horiſon; cependant, le ciel étoit clair & étoilé. Le jour avoit été beau, à l'exception d'une très-petite pluie d'un quart-d'heure, qui tomba ſur les trois heures & demie.

Le 21 avril ſuivant, aurore boréale à 7 heures un quart du ſoir, juſqu'à huit heures & demie environ, grandes taches rouges vers le nord, plus ou moins brillantes, paroiſſant & s'évanouiſſant alternativement, ſans jets ni rayons, ſeulement une lumière au nord-oueſt.

Le 18 ſeptembre 1779, aurore boréale à Béziers, à ſept heures & à huit du ſoir; grandes taches rouges.

Le 9 novembre 1779, à cinq heures trois quarts, foible commencement; à ſix heures un quart, augmentation ſenſible de l'aurore boréale; à ſix heures trois quarts belle tache rouge, qui paſſoit près d'ericton & de la chèvre, avec jets & rayons blancs lumineux. A ſept heures, même tache; mais elle étoit prolongée d'un côté par perſée, cephée, & ſe terminoit en tombant vers l'oueſt entre la lyre & l'aigle; & de cette façon formoit une bande rouge de figure demi-annulaire. A ſept heures un quart, même apparence, avec deux bandes rouges preſque perpendiculaires. Nuages noirs pendant tout ce temps. Un grand nuage vers le nord, & deux ou trois petits diſperſés; ils ſe réunirent bientôt au premier, leur poſition reſpective ayant changé ſouvent; enſuite, ils préſentèrent l'apparence d'une longue bande noire au-deſſus de l'horiſon; des autres côtés de l'horiſon, il n'y en avoit point. Vent du nord froid & fort, après cette époque, pendant quatre à cinq jours.

Le 29 février 1780, j'obſervai à Béziers une très-belle aurore boréale; elle commença à paroître environ vers les ſix heures & quart; pluſieurs grandes taches rouges ſe faiſoient remarquer dans cette partie du ciel, qui eſt du côté du nord-oueſt, du nord & du nord-eſt; les principales s'étendoient depuis la grande-ourſe juſqu'au-delà de caſſiopée, & ſurtout deſſous l'étoile polaire. Je vis auſſi vers le nord des nuages noirs, plus longs que larges, & qui étoient aſſez multipliés: de divers côtés brilloient des colonnes & des rayons lumineux; mais il y avoit peu de jets de lumière qui fuſſent agités de mouvemens. Un arc lumineux parut pendant quelque temps; comme il n'y avoit point de ſegment obſcur, il ne ſembloit pas auſſi brillant; cependant la clarté totale étoit très-grande, & d'autant plus vive, qu'il n'y avoit aucun ſegment obſcur, comme nous l'avons dit; auſſi pouvoit-on lire avec facilité, tant l'éclat lumineux étoit grand; c'eſt ce qui étoit cauſe que la lumière de l'arc lumineux n'étoit pas auſſi tranchante ſur le fond, que dans d'autres apparitions d'aurores boréales. Les apparences varièrent ou diſparurent différentes fois juſqu'à huit heures & demie, où le ſpectacle fut magnifique, de même qu'à neuf heures; après ce temps la beauté & l'éclat de l'aurore boréale diminuèrent ſucceſſivement, & il ne reſta, juſques bien avant dans la

nuit qu'une clarté plus grande du côté du nord; à neuf heures & demi presque tous les nuages étoient dissipés, excepté deux ou trois petits, situés vers le nord; il n'y en avoit aucun du côté des trois autres points cardinaux; on voyoit seulement quelques vapeurs repandues dans l'air; un petit vent se fit sentir pendant la durée de l'aurore boréale, sur-tout vers la fin.

Je décrirai dans un instant les expériences d'électricité que je fis dans cette occasion; & on les trouvera à la fin de mon explication des aurores boréales. J'ajouterai seulement que le temps fut doux pendant toute la journée; que la veille il avoit fait froid, le soleil avoit brillé, un vent très-fort s'étoit fait sentir, & que les jours précédens il avoit été plus impétueux. Le lendemain de l'apparition de cette aurore boréale, le baromètre étoit à 28 pouces; le temps fut beau, le soleil parut dans son éclat ordinaire, & la température fut chaude.

Le 30 janvier 1781, à six heures du soir, il y eut encore une aurore boréale tranquille, à Béziers: je n'apperçus aucun rayon lumineux; une grande clarté blanche se faisoit remarquer vers le nord: cette lumière étoit répandue à-peu-près également dans toute la région hémisphérico-concave qu'occupe ordinairement l'aurore boréale; à peine voyoit-on un petit segment obscur très-peu élevé vers l'horison. Il n'y eut point de taches rouges; le sommet étoit presque sous l'étoile polaire; pendant la durée de ce phénomène, un petit vent ou plutôt une certaine agitation de l'air se fit sentir; le baromètre étoit à 28 pouces 2 lignes, & le thermomètre de Réaumur à 6 degrés & demi. A sept heures, on n'apperçevoit plus de trace de cette aurore, soit qu'il n'y en eût plus, soit que la clarté de la lune se confondît avec elle. Quelques nuages noirs occupoient alors l'espace où on avoit d'abord observé l'aurore boréale, quoique pendant le temps de l'apparition de ce phénomène, on ne remarquât aucuns nuages. Le temps fut sombre dans la matinée; depuis dix-heures & demie le soleil parut jusqu'à son coucher, & la soirée fut très-belle. Le lendemain, le vent du nord fut sensible, sans être fort, & le temps très-beau. Le premier février, le vent devint violent, sur-tout vers les huit heures.

J'observerai ici qu'on ne doit point regarder d'un œil indifférent plusieurs des circonstances qui ont lieu pendant l'apparition des aurores boréales, & même avant ou après le phénomène; le vent, par exemple, parce que, selon moi, il y a des vents électriques, des vents produits par des météores électriques; aussi remarque-t-on toujours ou presque toujours des vents avec les météores électriques de quelque importance.

Le 15 février 1781, sur les huit heures & demie du soir, j'observai encore une aurore boréale dans la même ville; plusieurs taches rouges, des rayons lumineux & des colonnes radieuses parurent du côté du nord, elles étoient principalement renfermées dans l'espace contenu entre une ligne tirée par les deux claires de la petite-ourse, & une autre ligne tirée au-dessus de cassiopée. Un fond de lumière éclairoit tout ce spectacle; mais des nuages noirs en assez grand nombre, à l'horison du côté du nord, & à une certaine hauteur, empêchoient qu'on ne pût voir aucun segment obscur; on ne remarqua point d'arc lumineux; mais seulement une grande clarté. Quelques nuages noirs, en petit nombre, étoient dans l'espace occupé par l'aurore boréale à une certaine distance & au-dessus de ceux qui formoient près de l'horison une grande bande noire. Le vent du nord étoit assez fort, & plus que pendant la journée; la veille, à une heure après midi, ce vent s'éleva, augmenta successivement jusqu'à cinq heures & demie du soir où il fut des plus impétueux comme dans les ouragans. Le soleil fut assez chaud; le 15 sur-tout, vers les onze heures, midi, une & deux heures, le baromètre étoit à 27 pouces 11 lignes, le thermomètre au mercure, divisé en 80 degrés du point de la congellation à celui de l'eau bouillante, & que j'ai appelé ci-dessus de Réaumur, pour éviter des périphrases & des répétitions; ce thermomètre étoit à 10 degrés. L'électricité de la machine électrique fut plus forte ainsi que celle des électrophores & des phosphores ou tubes vides d'air; les agitations de l'aiguille aimantée furent plus vives & plus multipliées, comme dans l'observation du 29 février 1780, qu'on trouvera à l'endroit cité ci-dessus.

Le 25 février 1782, à six heures & demie du soir, je vis à Béziers une aurore boréale avec arc lumineux & segment obscur, deux ou trois nuages noirs au-dessus & allongés; des vapeurs étoient répandues dans l'air, au nord & à l'ouest; des taches rouges paroissoient au-nord-ouest, mais d'une teinte foible; on vit aussi deux ou trois rayons qui avoient peu d'éclat; l'étendue de cet article me force à abréger cette description & les suivantes.

J'observai à Paris, le 27 avril 1783, vers onze heures, une belle aurore boréale qui déclinoit vers l'ouest; j'y vis un arc lumineux, un segment obscur, des rayons lumineux, des jets de lumière en mouvement, & une espèce de pavillon au-dessus de nos têtes. Le segment de l'aurore boréale me parut plus élevé que dans les provinces méridionales de France.

Le 29, sur les huit heures & trois quarts, je vis encore à Paris une belle aurore boréale, avec deux arcs lumineux très-distingués, un segment obscur & trois ou quatre colonnes de lumière, mais sans

agitation ; tandis que dans celle du 27, on voyoit dans tous les jets de flamme, qui étoient nombreux, une grande agitation, de grands mouvemens d'ondulation qui formoient un des beaux ſpectacles que j'aie jamais vus, quoique j'aie obſervé un grand nombre de phénomènes de ce genre.

Le 22 octobre 1788, je vis, à Béziers, une aurore boréale, depuis neuf heures juſqu'à neuf heures trois quarts : elle ne préſentoit rien de remarquable. Dans la nuit du 14 au 15 novembre 1789, l'aurore boréale dura depuis dix heures juſqu'à quatre heures & demie du matin; de même dans la nuit du 15 au 16; mais cette dernière fut moins longue & moins belle que celle de la veille.

Le 26 ſeptembre 1789, M. l'abbé Hervieu, profeſſeur de philoſophie à Falaiſe, apperçut dans cette ville une très-belle aurore boréale. Ce jour avoit été très-chaud pour la ſaiſon, & depuis près de 15 jours le temps étoit au beau. Sur les huit heures & demie, il vit vers le nord des nuages légers & confus, dont les bords ſur-tout brilloient d'une lumière pâle ; il n'y avoit pas d'autres nuages que ceux dont on vient de parler & qui formoient un ſegment conſidérable au nord. Pendant environ un quart-d'heure, ces nuages changèrent pluſieurs fois de forme & de couleur. Les bords diminuoient de vivacité & le fond obſcur s'éclairoit d'une lumière blanchâtre, de ſorte que la couleur du ſegment entier devenoit à-peu-près une forme ; l'inſtant d'après reparoiſſoient des groupes de nuages ſemblables aux précédens qui, comme eux, s'allumoient, pour ainſi dire, & s'éteignoient par nuances preſqu'imperceptibles. Tout-à-coup parurent cinq belles colonnes lumineuſes, divergentes entr'elles. La plus occidentale alloit du nord au midi ; la direction des autres ſe rapprochoit de l'eſt. Une ſixième colonne parut en même-temps au nord-eſt; ſa direction étoit du nord au midi. Toutes ces colonnes, excepté la plus occidentale, ne tardèrent pas à diminuer d'éclat, & enfin à diſparoître entièrement. Celle-ci augmenta prodigieuſement, & prit une couleur de feu. Les nuages dont on a parlé, & qui formoient un ſegment vers le nord, diſparurent lors de l'apparition des colonnes radieuſes ; une de ces colonnes ſubſiſtoit encore, lorſque des nuages ſemblables aux précédens furent le prélude d'une ſcène nouvelle.

Des jets de lumière partirent de leur ſein dans tous les ſens ; un limbe brillant ſe forma, une portion parut s'en détacher avec effort, & s'élança avec impétuoſité vers le midi. Son éclat s'accrut beaucoup dans le mouvement ; elle produiſit une lumière vive & paſſagère comme celle de l'éclair, mais un peu plus foible, & diſparut. Auſſitôt tout le nuage ſembla s'agiter ; de tous ſes points jailliſſoient de ſemblables flots de lumière, & ils ſe preſſoient avec une telle rapidité, qu'on ne ſavoit de quel côté porter les regards ; les nuages ne tardèrent pas à être conſumés de cette manière, & bientôt il ne reſta dans le ciel aucune trace de ce qui venoit de s'y paſſer.

Quelque temps après, deux nouvelles repriſes s'annoncèrent comme les précédentes & leur furent aſſez ſemblables, & il eſt conſéquemment inutile de les décrire. Dans la cinquième & dernière, l'obſervateur aperçut des creneaux blancs en aſſez grand nombre, dont les baſes étoient appuyées ſur un nuage de même couleur : la diſtance qui ſe trouvoit entre leurs ſommets étoit remplie par des taches noires provenant uniquement, à ce qu'il ſembloit, de ce que ces endroits n'étoient pas éclairés comme les voiſins. Ces creneaux étoient diſpoſés dans un certain ordre, & leur enſemble préſentoit un ſegment elliptique, dont le petit axe, dirigé de l'orient à l'occident, avoit environ 40 degrés. Tout cet appareil s'avança vers le midi avec un mouvement majeſtueux, ſans qu'on y remarquât de variation conſidérable pendant quelque temps ; mais lorſqu'il fut arrivé à-peu-près à l'étoile polaire, des flots de lumière jaillirent de la partie antérieure & s'élancèrent vers le midi ; de pareils éclairs partirent des côtés qui regardoient l'eſt & l'oueſt, & ſe dirigèrent vers ces points du ciel. Toute cette maſſe brillante continuoit toujours de s'avancer vers le midi ; & ſon amplitude augmentoit prodigieuſement : un eſpace elliptique, d'abord aſſez petit, ſe nettoya, pour ainſi dire, au milieu de ce nuage; une bande brillante qui lançoit ſans interruption des éclairs auſſi vifs qu'ils pouvoient l'être ſans offenſer la vue, le circonſcrivoit de tous côtés. Chaque vibration ſembloit le reculer avec effort dans tous les ſens & agrandir l'eſpace net dont on vient de parler. Cette ſcène peut avoir duré dix à douze minutes dans ſa plus grande beauté ; après quoi les éclairs diminuèrent de vivacité, la partie méridionale de la bande brillante parut ſe conſumer & ſe diſſiper par degrés ; quelques traits de lumière s'élançoient encore du nord, mais plus rarement & plus foiblement juſqu'à ce que le nuage fût entièrement évanoui.

Afin que nos lecteurs aient une notion plus diſtincte de ce phénomène, & qu'une multiplicité d'obſervations différentes ne jette pas de la confuſion dans l'eſprit de quelques-uns d'eux, nous allons rapporter un tableau général de l'aurore boréale qui contiendra les principales circonſtances qu'on y a remarquées.

Dans la région de l'air, qui eſt directement vers le nord, ou qui s'étend du nord vers l'orient, ou vers l'occident, paroît d'abord une nuée horiſontale qui s'élève de quelques degrés, mais rarement de plus de 40 au-deſſus de l'horiſon. Cette nuée eſt quelquefois ſéparée de l'horiſon, & alors on voit entre-deux le ciel bleu & fort clair. La nuée occupe en longueur une partie de l'horiſon, quelque-

fois depuis 5 jusqu'à 100 degrés, & même davantage. La nuée est blanche & brillante; elle est aussi souvent noire & épaisse. Son bord supérieur est parallèle à l'horison, & forme comme une longue traînée éclairée, qui est plus haute en certains endroits, & plus basse en d'autres; elle paroît aussi recourbée en manière d'arc, ressemblant à un disque orbiculaire qui s'élève un peu au-dessus de l'horison, & qui a son centre au-dessus. On voit quelquefois une large bande blanche ou luisante qui tient au bord supérieur de la nuée noire. La partie sombre de la nuée se change aussi en une nuée blanche & lumineuse, lorsque l'*aurore boréale* a brillé pendant quelque temps, & qu'elle a dardé plusieurs verges ardentes & éclatantes. Il part du bord supérieur de la nuée des rayons sous la forme de jets, qui sont quelquefois en grand, quelquefois en petit nombre, tantôt les uns proches des autres, tantôt à quelques degrés de distances. Ces jets répandent une lumière fort éclatante, comme si une liqueur ardente & brillante sortoit avec impétuosité d'une seringue. Le jet brille davantage, & a moins de largeur à l'endroit du bord d'où il part, il se dilate & s'obscurcit à mesure qu'il s'eloigne de son origine. Il s'élève d'une large ouverture de la nuée une colonne lumineuse comme une fusée, mais dont le mouvement est lent & uniforme, & qui devient plus large en s'avançant. Leurs dimensions & leur durée varient. La lumière en est blanche, rougeâtre, ou de couleur de sang; lorsqu'elles avancent, les couleurs changent un peu, & forment une espèce d'arc-en-ciel. Lorsque plusieurs colonnes, parties de divers endroits, se rencontrent au zénith, elles se confondent les unes avec les autres, & forment par leur mélange une petite nuée fort épaisse, qui se mettant d'abord en feu, brûle avec plus de violence, & répand une lumière plus forte que ne faisoit auparavant chaque colonne séparément. Cette lumière devient alors verte, bleue & pourpre; & quittant sa première place, elle se porte vers le sud, sous la forme d'un petit nuage clair. Lorsqu'il ne sort plus de colonne, la nuée ne paroît souvent que comme le crépuscule du matin, & elle se dissipe insensiblement.

Ce phénomène dure quelquefois toute la nuit; on le voit même souvent deux ou trois jours de suite. M. Musschenbroek l'observa plus de dix jours & dix nuits de suite en 1734, & depuis le 22 jusqu'au 31 mars 1735, ainsi qu'on l'a déja vu. La nuée qui sert de matière à l'*aurore boréale* dure souvent plusieurs heures de suite sans qu'on y remarque le moindre changement; car on ne voit pas alors qu'elle s'élève au-dessus de l'horison, ou qu'elle descende au-dessous. Quelquefois elle se meut un peu du nord à l'est ou à l'ouest; quelquefois aussi elle s'étend beaucoup plus loin de chaque côté, c'est-à-dire, vers l'est & l'ouest en même-temps, & il arrive alors qu'elle darde plusieurs de ces colonnes lumineuses dont nous avons parlé. On l'a aussi vu s'élever au-dessus de l'horison, & se changer entièrement en une nuée blanche & lumineuse: enfin, la lumière naît & disparoît quelquefois en peu de minutes.

La largeur de l'arc lumineux, ou de son limbe varie extrêmement, à raison de la hauteur ou de l'épaisseur de couche de la matière dont il résulte, dit M. de Mairan; on en voit de 2, 3, 4, 5, & jusqu'à 8 ou 10 degrés de largeur. Son bord supérieur est souvent assez bien terminé, quoiqu'il se confonde aussi quelquefois insensiblement avec le bleu du ciel, ou avec la lumière générale que répand tout le phenomène; son amplitude sur l'horison ou sa longueur n'est pas moins diverse dans les différentes aurores boréales; on en voit à Paris de 50 jusqu'à 150 degrés d'amplitude sur l'horison: ordinairement elles sont d'environ 100 degrés d'étendue. Sa hauteur sur l'horison, prise à son sommet, est de 10, 20, 30 à 40 degrés, rarement au-delà ou au-dessous; dans les aurores boréales remarquables, il y a des latitudes, en avançant de plus en plus vers le pôle, d'où l'observateur peut voir & le demi-cercle & une plus grande portion du cercle, & enfin le cercle entier de la calotte sur l'horison. L'aurore boréale paroît souvent à Upsal, sous la forme d'arc plus que semi-circulaire. Les académiciens Français qui allèrent au cercle polaire, virent encore, avant que d'être à Torneo (s'estimant sur le Doggers-Bank à 54 degrés 35 minutes de hauteur, le 4 mai 1736,) ils virent une aurore boréale qui formoit un arc elliptique, mais dont les extrémités qui se terminoient vers l'horison avoient une amplitude considérable moins grande que les parties de cet arc qui répondoient au grand axe de l'ellipse.

Des espèces d'aurores boréales. Le spectacle des aurores boréales étant toujours très-varié, il est clair qu'on peut distinguer ce phénomène en plusieurs espèces apparentes, afin de mettre de la précision dans les différentes observations qu'on en a faites ou qu'on peut en faire à l'avenir. Des mots techniques & des expressions consacrées à divers objets ou à diverses parties d'un objet composé, sont très-utiles dans l'étude des sciences; mais aussi ces noms ne doivent pas être trop multipliés pour désigner de simples accidens. C'est le défaut dans lequel les anciens sont tombés en donnant à ce phénomène différentes dénominations, & en le multipliant en quelque sorte. On croyoit autrefois qu'il y avoit un grand mérite à savoir inventer des noms pour chaque chose; ce talent s'est exercé sur le phénomène en question. On donne le nom de *poutre* à une lumière oblongue qui paroît dans l'air, & qui est parallèle à l'horison. Cette même sorte de lumière s'appelle *flèche*, lorsqu'une de ses extrémités forme une pointe en manière de fleche. La *torche* est une lumière qui se tient suspendue en l'air de toutes sortes de manières, mais qui a une de ses extrémités plus large que l'autre. On appelle *chèvre dansante* une lumière à laquelle le vent fait prendre diverses figures, & qui paroît

tantôt rompue & tantôt en son entier. Ce qu'on nomme *bothynoë* ou *antre*, n'est autre chose qu'un aire qui paroît creusé en-dedans, comme une profonde caverne, & qui est entouré comme d'une couronne. On appelle *pythie* ou *tonneau*, la lumière qui se manifeste sous la forme d'un gros tonneau rond qui paroît brûlant. Il est aisé de s'appercevoir que tous ces noms-là sont de peu d'importance, & qu'on en peut inventer suivant les différentes formes que prend la lumière, sans être plus habile pour cela. Il faut cependant convenir que quelquefois les noms de *poutre*, de *fleche*, *torche*, de *chèvre dansante*, ont été employés non-seulement pour désigner des portions d'aurores boréales ou des aurores boréales incomplettes, mais encore quelques-uns de ces météores vagues, de ces feux volans qu'on apperçoit dans l'atmosphère.

On évitera cet abus, si on se forme d'abord une idée de l'aurore boréale la plus brillante & la plus complette, & qu'on ne considère ce qu'on a nommé différentes espèces d'aurores boréales que comme des aurores auxquelles manquent plusieurs parties de ce phénomène.

Les aurores boréales seront donc *complettes* ou *incomplettes* selon qu'on y appercevra toutes les parties ou seulement quelques-unes des parties qui composent celles qui sont parfaites. Les aurores *complettes* comprendront l'arc lumineux, le segment obscur, les jets lumineux, les colonnes de lumière, le mouvement ondoyant de la matière lumineuse, les taches rouges, la couronne, & objets dont nous avons parlé dans la description de différentes aurores boréales observées en divers lieux. Les aurores *incomplettes*, seront plus ou moins imparfaites, selon qu'une ou plusieurs des portions qu'on vient de désigner seront supprimées, soit par le défaut d'abondance dans la matière électrique qui les produit, soit par l'influence de plusieurs causes destructives ou perturbatrices.

Il y aura donc des aurores boréales *tranquilles* sans segment, comme celle de la *figure* 144; des aurores à un *arc lumineux*, avec segment *figure* 142; à *deux arcs lumineux*, *figure* 139; des aurores *à crénaux*, *figure* 140, avec *segment obscur*; des aurores sans arc, ni segment visibles, mais cachés par différentes causes, & avec des colonnes lumineuses comme dans la *figure* 145; des *aurores à jets ou rayons* de *lumière*, *avec* ou *sans arc lumineux*, *figures* 141 & 143; des *aurores à couronne*, ou pavillon, &c, *figures* 147 & 148. Tous ces objets seront encore mieux compris par les descriptions suivantes, qui sont suffisamment détaillées.

La *figure* 139 représente l'aurore boréale, vue à Greffen le 17 février 1721 d'après la figure qui en fut donnée dans les actes de Leipsick, dépouillée des rayons & des jets de lumière. A, B, C, D désignent le segment obscur circulaire ou elliptique. Les lettres E, F, G, C, B, A montrent le premier arc lumineux. H, I, K, L font voir le second arc lumineux, qui paroît quelquefois, & qui est toujours concentrique au premier arc & au segment. L, M, est la voie lactée. On a vu aussi un troisième arc lumineux, un quatrième même, Burman en a apperçu quatre dont trois étoient bien distincts; ils étoient les uns sur les autres & séparés par des intervalles circulaires obscurs, c'étoient des anneaux lumineux alternativement mêlés à des anneaux concentriques obscurs. Cette observation est du 20 septembre 1717, & a été faite a Upsal. Les transactions philosophiques en parlent. Il y a même quelques observations d'aurores boréales à six ou sept arcs.

On voit dans la *figure* 140 une aurore boréale à bande crenelée; M. de Mairan l'observa à Breuillepont près de Paris, le 19 octobre 1726.

La figure 141 montre une aurore boréale dans laquelle on voit des brèches dans le segment, & des brisures dans l'arc lumineux avec des jets de lumière, &c. Elle fut observée par le même physicien & au même endroit, le 26 septembre 1731, à 9 heures.

L'aurore qui est représentée dans la *figure* 142, fut ainsi vue à Montpellier par M. de Plantade, de l'académie des sciences de cette ville. Elle est singulière par les accidens de lumière, par les couleurs qu'on y remarqua, & par l'espèce de nuages singuliers dont ce phénomène fut accompagné; le segment obscur, au lieu d'être d'un gris d'ardoise ou d'un violet brun, comme il est ordinairement, étoit d'un bleu foncé. Le limbe, couleur de feu auprès du segment se terminoit insensiblement en jaune. Le rouge dominoit dans la gerbe de rayons qu'on voyoit à gauche vers l'occident; ce qu'on prendroit pour un gros nuage du même côté & qui y cache une partie du limbe, tire sur la couleur de sang; les nuages noirâtres de la droite sont plus foncés, & sur-tout mieux tranchés que ne le comporte la contexture ordinaire des vrais nuages. Tout le reste du ciel étoit d'un gris cendré, peu uniforme, fouetté de violet, & qui s'éclaircissoit de plus en plus en approchant du limbe, jusqu'à devenir d'un blanc citrin. Ce limbe est plus large qu'il n'a coutume d'être, car il fait plus du tiers de toute la hauteur du phénomène, à compter de l'horison jusqu'au sommet de l'arc. Cette aurore fut observée le 16 décembre 1726.

La *figure* 143 fait voir une aurore boréale à jets de lumière sans segment obscur: on l'apperçut ainsi à Breuillepont le 26 septembre 1726.

La *figure* 144 montre une aurore boréale que j'appellerois volontiers *aurore boréale à segment circulaire lumineux*; il est évident que l'arc lumineux est ici entièrement confondu avec le segment devenu lumineux; j'observai cette espèce d'aurore boréale à Beziers, le 30 janvier 1781. Pendant un

petit instant, je vis un petit segment obscur infiniment peu élevé sur l'horison, mais ensuite il disparut, & je ne vis après le phénomène que de la manière dont il est représenté ici.

La figure 145 donne une idée exacte d'une aurore boréale qui parut à Beziers le 15 février 1781 ; les colonnes lumineuses y sont bien marquées, les colones de lumière qu'on apperçoit dans cette aurore boréale sont perpendiculaires à l'horison, & c'est en cela qu'elles diffèrent des jets de lumière qui sont composés de rayons divergens & obliques, relativement à l'horison : les colonnes peuvent être plus ou moins longues, mais elles ont toujours beaucoup plus de largeur. L'aurore boréale de cette figure pourroit être appelée aurore boréale à colonnes lumineuses, parce qu'elles y dominent & qu'elles y sont assez bien caractérisées. La figure en est exacte, parce que je la fis dessiner pendant l'apparition du phénomène, ainsi que les autres qui représentent les aurores que j'ai observées.

Les aurores boréales *à couronne* sont celles dont le concours des rayons lumineux se fait au zenith ou près du zenith ; d'où il résulte une apparence de couronne qu'on observe assez constamment dans les grandes aurores boréales qui sont complettes. Dans l'aurore boréale du 19 octobre 1726, la couronne parut très-marquée, fort variée & dura longtemps, au rapport de M. de Mairan qui l'observa. « Elle représentoit le plus souvent la lanterne d'une coupole, & la clef d'une voûte sphérique où tous les voussoirs iroient aboutir. Tantôt c'étoit une simple ouverture circulaire, qui laissoit appercevoir le ciel d'un bleu pâle à travers plusieurs flocons de nuages lumineux ou teints de diverses couleurs, tantôt une gloire rayonnante semblable à celle qu'on voit dans les tableaux, & renfermant toujours vers son milieu le point de réunion & de repos où concouroient les vibrations de lumière & les ondulations qui s'élevoient de toutes parts sur l'horison. Il s'en élevoit beaucoup plus cependant du côté du nord, que du côté du midi. Son diamètre étoit pour l'ordinaire environ quatre fois plus grand que celui du soleil, & son centre déclinoit de 7 à 8 dégres vers le midi, avec quelque léger mouvement, vrai ou apparent, qui s'y faisoit de temps à autres ».

L'aurore boréale qui parut en 1585 avoit une couronne de ce genre. *Il y avoit au milieu*, dit-il, *un nuage fort lumineux auquel tous ces rayons alloient se réunir sous la forme d'une tente, dont les bandes beaucoup plus larges vers le pied, montroient en se rétrécissant jusqu'à son sommet où elles se terminoient comme une espèce de capuchon*. Grég. Turon. Lib. VIII, cap. XVII, p. 390. Corneille Gemma désigne la couronne, dans deux aurores boréales qu'il avoit observées en 1575 par une tente ou pavillon circulaire et par un cornet à jouer aux dés. M. Halley, dans sa description de l'aurore boréale du 17 mars 1716, fait très-expressément mention de la *couronne* que l'on y vit au zenith. On a observé que la couronne déclinoit plus ou moins du nord dans différentes aurores boréales, & même dans une seule, vue pendant quelque temps.

Cette tendance & cette position au zenith en général, qu'on observe dans les rayons qui forment la couronne de l'aurore boréale est un objet purement optique, une simple apparence qui peut résulter d'un assemblage ou d'une distribution particulière des colonnes. Cette distribution exigeant une certaine régularité, la couronne doit être rare & l'est en effet, car sur une centaine d'aurores boréales qu'on observera, on ne l'appercevra que deux ou trois fois tout au plus. Soit l'œil d'un spectateur placé en O, *figure* 146, sur la surface de la terre, & soient plusieurs de ces colonnes A B, C D, E F, I K, G H, M L, &c. Au zenith ou autour du zenith Z. Si l'on mène à leurs extrémités, dit M. de Mairan, les rayons visuels O A, O B, O C, O D, O E, &c. il est clair que les colonnes les plus près du zenith, & telles que A B, C D, étant imaginées rangées circulairement ou à peu-près, y produiront l'apparence d'un trou, d'un entonnnoir renversé, ou du sommet d'un pavillon, ou enfin d'une couronne, si l'œil du spectateur les projette sur la superficie concave du ciel; & cette couronne sera plus ou moins rayonnante, selon la distribution fortuite des colonnes ambiantes A, C, E, L, *figure* 147 & avec toutes les variétés dont est susceptible un phénomène qui n'est formé que par une matière en mouvement, qui se dissipe, & à laquelle il en succède continuellement de nouvelle qui ne reprend pas toujours exactement la même place ; c'est ainsi que M. Maraldi vit, en 1726, d'abord un globe au zenith, qui se changea bientôt après en un *anneau*.

La couronne doit encore être vue au zenith ou près de ce point, par la raison qu'à rareté ou densité égale les colonnes verticales qui se présentent à l'œil par le côté, & loin du zenith, doivent paroître moins denses, & être moins visibles que celles qui sont vues en raccourci, & par leur bout inférieur auprès du zenith, le rayon visuel ayant moins de chemin à faire dans la matière qui les compose dans le premier cas que dans le second. Du reste, on conçoit assez que l'arrangement des colonnes ne sauroit être toujours & par-tout aussi régulier qu'il le faudroit pour faire voir la couronne exactement au zenith, & qu'elle peut décliner plus ou moins par rapport à ce point, selon les circonstances & le lieu de la trouée la plus capable d'en produire l'apparence.

La couronne n'est pas la seule apparence optique qu'on pourroit remarquer dans l'aurore boréale, il doit y en avoir une infinité d'autres & dans toutes ses parties, selon le lieu d'où ces parties sont

apperçues, par rapport à leur situation, à leur étendue, à leur figure, ou même à leur visibilité & à leurs couleurs, selon que le spectateur se trouve dans la ligne ou hors de la ligne de réfraction ou de réflexion des rayons rompus ou réfléchis de la lumière qui en est le sujet. Tout détail est ici inutile; il suffit d'y faire attention en général, pour ne pas attribuer au phénomène des variétés qui ne partent que de la différence des lieux. La *figure* 148 représente la couronne de l'aurore boréale de 1726. M. de Mairan la dessina dès le lendemain de son observation avec tous les objets qui l'entouroient en même temps: on conçoit quelle fut la magnificence de ce spectacle. Cette figure n'est autre chose qu'une projection de l'hémisphère supérieur du ciel, sur les principes dont on se sert communément en géographie pour les mappemondes ou hémisphères polaires. Elle doit être regardée de bas en haut. La bordure inégale qui est autour représente l'horison sensible du lieu; *a*, *b*, le segment & le cintre obscur; N, S, E, O, les quatre points cardinaux; & le point blanc qui occupe le milieu de la couronne, une étoile de la constellation *d'andromède* qui s'y montra pendant quelques momens vers les 9 heures $\frac{1}{4}$, & qui servit à en déterminer la position. Traité phys. & histor. de l'aurore boréale, page 139, &c. Cet ouvrage de M. de Mairan est plein de recherches tant historiques que physiques & géométriques sur cet objet; mais l'esprit de systême y domine en beaucoup d'endroits.

On a nommé aurores boréales *informes*, celles qui ne se manifestent que par une matière fumeuse & obscure à sa partie inférieure, mais blanche & claire au-dessus, vaguement répandue par pelotons dans le ciel, & presque toujours néanmoins avec quelque gros nuage ou brouillard plus marqué du côté du nord qu'ailleurs. Il y a encore des aurores boréales *indécises* qui consistent dans une petite clarté répandue sur le bord de tout l'horison, ou sur plusieurs des parties de ce cercle. Nous ne parlons pas ici des aurores méridionales sur lesquelles on s'est suffisamment étendu dans un article particulier.

L'aurore boréale ne doit pas être confondue avec d'autres phénomènes qui paroissent avoir quelque rapport avec elle. L'ANTICRÉPUSCULE (*voyez* ce mot) en differe beaucoup; c'est un phénomène qui ne manque presque jamais de paroître dans les jours sereins avec le crépuscule, & qui lui est opposé soit par le lieu du ciel qu'il occupe, soit par le renversement de sa partie lumineuse, d'autant moins vive qu'elle est plus près de l'horison, & il s'en faut de beaucoup que la formation de l'aurore boréale soit pareille ou semblable à celle de l'anti-crépuscule, car on n'y remarque point de la constance & de la régularité; elle ne paroît pas habituellement pendant les jours sereins, sa figure n'est pas toujours la même.

La lumière zodiacale diffère aussi de l'aurore boréale; afin de ne pas répéter ici, ce qui a été dit à l'article LUMIÈRE ZODIACALE, nous renvoyons à ce mot.

L'aurore boréale diffère encore de la lumière septentrionale; de cette lumière qu'on voit clairement en Islande & en Norwège pendant l'été, lorsque le ciel est serein, & que la nuit n'est troublée d'aucun nuage; de *ce crépuscule perpétuel qui occupe en été tout l'espace de la nuit dans le Groënland.* M. Cassini pense que ce phénomène du Groënland est le crépuscule mêlé de la lumière zodiacale qui est plus éclatante, lorsque la lune ne paroît pas. *Voyez* LUMIÈRE SEPTENTRIONALE.

Nous terminerons cette espèce de paragraphe en disant qu'il est très-probable qu'il y a des aurores boréales dans les autres planètes; non seulement dans celles qui sont dans notre systême solaire, & circulent autour de cet astre, telles que mercure, vénus, mars, jupiter, saturne, herschel & leurs divers satellites, ainsi que celui de la terre, savoir la lune, mais encore dans toutes les autres planètes qui font leurs révolutions périodiques autour des autres soleils du monde, c'est-à-dire autour des différentes étoiles. La raison en est, que la cause des aurores boréales qui est le fluide électrique, la lumière phosphorico-électrique, ainsi que je le prouverai dans l'article suivant; la raison en est que cette cause a vraisemblablement lieu dans toutes les planètes comme sur la terre, le fluide électrique étant répandu abondamment dans les hautes régions de toute atmosphère planetaire.

De la cause des aurores boréales & des diverses hypothèses qu'on a imaginées. 1°. Le plus ancien sentiment qu'on ait imaginé sur la nature & l'origine de l'aurore boréale est celui qui la fait dépendre des vapeurs & des exhalaisons élevées dans la moyenne région de l'air. On a long-tems expliqué la plûpart des phénomènes qui avoient lieu dans l'atmosphère par le secours de cet amas de parties hétérogènes, subtiles & très-atténuées qui s'élevoient dans l'air. De leur mélange, disoit-on, résultoit une fermentation très-vive, suivie de corruscations, de flammes & de détonnations. Tantôt le feu central étoit le foyer, la terre la cornue ou la cucurbite, & l'air le récipient; tantôt la haute région tenoit lieu de réfrigérant, les nuages de récipient; quelquefois les diverses exhalaisons étoient des acides & des alkalis, d'autres fois des huiles essentielles, &c. & toujours l'atmosphère étoit un laboratoire de chimie où la nature employoit les agens & les instrumens les plus actifs & les plus puissans. Avec des ressources aussi multipliées, il n'étoit pas possible d'être jamais en défaut; aussi expliquoit-on avec une merveilleuse facilité, non-seulement l'aurore boréale, mais encore tous les mystères de la nature les plus impénétrables. Ces heureux temps sont passés, & on ne se contente plus à présent d'un jargon encore plus absurde qu'inintelligible. M. Frobès d'Helmstad

d'Helmstad est un de ceux qui vers le milieu de ce siècle a employé, pour expliquer les apparences de l'aurore boréale, des exhalaisons & des vapeurs subtiles, de petites lames de glace qui s'élèvent de la terre.

Si les exhalaisons terrestres étoient la cause de l'aurore boréale, ce phénomène ne seroit pas vu constamment vers le nord, mais on l'appercevroit de temps en temps dans toutes les directions possibles. Ces molécules s'élevant de tous les points de la surface de la terre & les vents les dispersant de tous côtés, l'aurore boréale paroîtroit indifféremment vers toutes les régions du ciel, ce qui est contraire à toutes les observations.

Les aurores boréales sont à une trop grande hauteur, pour que les vapeurs & les exhalaisons qui sortent de la terre, puissent s'y élever. Les nuées qui flottent sur nos têtes & sont le jouet des vents; ces nuées qui ne sont que des amas de vapeurs, n'atteignent jamais le sommet des plus hautes montagnes, puisque les voyageurs qui ont été sur leur cime, ont toujours aperçu les nuages au-dessous d'eux, & cependant, sur la pointe des plus hautes montagnes, comme dans les plaines, on aperçoit les aurores boréales. Elles ne sont donc pas dans la région des nuages où on suppose que les exhalaisons, se sont élevées, mais bien au-dessus; car les nuages blancs qui résultent d'un assemblage d'exhalaisons, & qui ordinairement sont plus hauts que les autres; ne sont jamais à une lieue de distance de la surface de la terre. Les Pères Riccioli & Grimaldi mesurèrent en même temps la hauteur d'un nuage blanc, & ils ne la trouvèrent que de 10885 pieds bolonois qui égalent environ 2124 de nos toises; & M. Lambert n'a trouvé la hauteur ordinaire des nuées que de 7565 pieds du Rhin, ainsi qu'on le voit dans les nouveaux mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour l'année 1773.

Il y a une différence immense entre les principes chimiques que l'art retire des divers mixtes, & ceux que la nature fait en extraire, & entre la manière d'agir des uns & des autres. Quoique par le moyen d'un acide convenable on puisse enflammer toutes les huiles essentielles & même les huiles grasses, ainsi qu'il est prouvé par les expériences des Glauber, des Becher, des Borrichius, des Tournefort, des Homberg, des Geoffroy, des Hoffmann & des Rouelle, il ne faut pas néanmoins se persuader que les exhalaisons qui émanent naturellement des corps qui composent les trois règnes aient une semblable vertu. Les exhalaisons oléagineuses élevées dans l'atmosphère diffèrent prodigieusement des huiles essentielles qui sont des résultats chimiques.

En supposant ces exhalaisons semblables aux acides & aux alkalis, ne se décomposeroient-elles pas en s'élevant dans l'atmosphère? leur nature ne seroit-elle pas au moins fort altérée, en se mêlant avec mille corps hétérogènes qui nagent, pour ainsi dire dans la masse de l'air, ce qui les rendroit incapables de produire l'effet qu'on imagine. D'ailleurs pour produire des effervescences & des inflammations, les acides doivent être concentrés, & pour cette rectification il faut les dégager de la quantité d'eau surabondante qui les affoiblit. Eh! comment peut-on supposer que ces acides exhalés dans l'air ne soit point unis & mêlés avec l'étonnante quantité de vapeurs aqueuses dont cet élément est impregné.

Ajoutons que les exhalaisons terrestres ne peuvent point s'élever à la hauteur de 200 lieues où on a plusieurs fois vu les aurores boréales, ainsi qu'on le prouvera bientôt, car les nuages ne vont guères qu'à une lieue tout au plus, puisque du sommet des hautes montagnes on voit les nuages au-dessous; d'un autre côté, comment ces exhalaisons, toujours fortuitement rassemblées, formeroient-elles constamment un arc lumineux régulier, quelquefois deux; un segment concentrique, & qui durent plusieurs heures, paroissent plusieurs jours de suite, &c. &c.; en un mot, les phénomènes que présentent les aurores boréales sont incompatibles avec cette hypothèse.

Je n'insisterai pas davantage sur la refutation de ce sentiment, qu'il est peut-être aussi ridicule de combattre que de soutenir, & je regarde comme inutile de faire considérer que la proportion des principes & des substances fermentescibles & effervescentes ne peut avoir lieu dans l'atmosphère comme dans nos laboratoires, & que cependant une proportion exacte est nécessaire en chimie pour obtenir un résultat certain. Or, il est impossible de la supposer, tandis qu'il y a un mêlange infini de substances différemment combinées entre elles qui sont élevées & flottantes dans l'atmosphère.

M. le Monnier, dans *ses Institutions astronomiques*, croit que la formation des *aurores boréales* est due à une matière qui s'exhale de notre terre, & qui s'élève dans l'atmosphère à une hauteur prodigieuse. Il observe, comme M. de Maupertuis, que dans la Suède il n'y a aucune nuit d'hiver où l'on n'apperçoive parmi les constellations ces *aurores*, & cela, dans *toutes les régions du ciel*; circonstance bien essentielle pour apprécier les explications qu'on peut donner de ce phénomène. Il croit que la matière des *aurores boréales* est assez analogue à celle qui forme la queue des comètes.

Muschenbroeck a embrassé ce sentiment. Selon lui, la matière de l'aurore boréale « sort de la terre sous forme d'exhalaisons, & se repand ensuite dans l'air, où elle forme une ou plusieurs nuées qui se dispersent & vont se rendre en différens pays. Ces nuées ne se mettent en feu que lorsqu'elles rencontrent quelqu'autre matière avec

laquelle elles commencent à fermenter, à s'échauffer & à s'allumer; comme nous voyons que cela se fait à présent dans plusieurs opérations chimiques, qui produisent différentes sortes d'effervescences, accompagnées de feu & de flamme, &c... il semble qu'en raisonnant sur ces principes, on peut expliquer aisément la plûpart des phénomènes, & que nous ne serons peut-être pas fort éloignés de la vérité ». Cours de phys. tom. 3. page 389.

La matière de l'*aurore boréale* est de telle nature, ajoute ce savant, qu'elle peut s'enflammer & répandre ensuite une lumière foible. Cette matière est alors si raréfiée, qu'on peut toujours voir les étoiles à travers; de sorte que non-seulement les colonnes, mais aussi la nuée blanche, & même la nuée noire, transmettent la lumière de ces astres. On ne sauroit déterminer avec certitude la nature de cette matière. La chimie nous fournit aujourd'hui plusieurs matières qui peuvent s'enflammer, brûler par la fermentation, & jeter de la lumière comme le phosphore. Qu'on mêle du tartre avec le régule d'antimoine martial, & qu'on fasse rougir long-temps ce mélange dans un creuset, on en retire une poudre qui s'enflamme lorsqu'on l'expose à un air humide; & si elle vieillit un peu, elle devient fort brûlante. L'*aurore boréale* n'est pas une flamme comme celle de notre feu ordinaire; mais elle ressemble au phospore, qui ne luit pas d'abord, & qui jette ensuite une lumière foible. Les colonnes que darde la nuée lumineuse, sont comme la poudre du phosphore que l'on souffle dans l'air, ou qu'on y répand en la faisant sortir du cou d'une bouteille; de sorte que chaque parcelle jette à la vérité une lueur, mais elle ne donne pas de flamme ou de feu rassemblé; & la lumière est si foible, qu'on ne peut la voir pendant le jour, ni lorsque nous avons en été le crépuscule du soir qui répand une trop grande clarté. Cette matière approche donc de la nature du phosphore: mais quoique nous en connoissions peut-être plus de cinquante espèces, nous n'oserions cependant assurer que la nature ne renferme pas dans son sein un plus grand nombre d'espèces de matières semblables, puisque l'art nous en fait tous les jours découvrir des nouvelles. *Mussch.*

Il est vraisemblable, selon quelques physiciens, que cette matière tire son origine de quelque région septentrionale de la terre, d'où elle s'élève & s'évapore dans l'air. Il s'en est évaporé de nos jours une plus grande abondance qu'auparavant; parce que, disent-ils, cette matière renfermée dans les entrailles de la terre, s'est détachée & s'est élevée après avoir été mise en mouvement; de sorte qu'elle peut à présent s'échapper librement par les pores de la terre, au lieu qu'elle étoit auparavant empêchée par les rochers, les voûtes pierreuses, ou par des croûtes de terres compactes & durcies; ou bien parce qu'elle étoit trop profondément enfoncée dans la terre. Ainsi nous ne manquerons point de voir des *aurores boréales* aussi long-temps que cette matière se rassemblera, & qu'elle pourra s'élever dans l'air: mais dès qu'elle sera dissipée, ou qu'elle viendra à se recouvrir par quelque nouveau tremblement de terre, on ne verra plus ces *aurores*, & peut-être cesseront-elles même de paroître entièrement pendant plusieurs siècles. On peut expliquer par-là pourquoi l'on n'avoit pas aperçu cette matière avant l'an 1716, temps auquel on fut tout surpris de la voir subitement se manifester, comme si elle sortoit de la terre en grande quantité. Cette matière se trouve peut-être répandue en plusieurs endroits de notre globe, & y il a tout lieu de croire que ces lumières, dont les anciens grecs & romains font mention, & dont ils nous donnent eux-mêmes la description, étoient produites par une matière semblable qui sortoit de la terre, en Italie & dans la Grèce. Si ces phénomènes eussent été alors aussi peu fréquens en Italie qu'ils le sont aujourd'hui, ni Pline, ni Sénèque, n'en auroient pas parlé, comme nous voyons qu'ils ont fait.

2°. L'aurore boréale, selon M. de Mairan, vient de l'atmosphère solaire qui, rencontrant quelquefois les parties supérieures de notre air, y laisse tomber une portion de la matière dont elle est composée; & comme il n'y a point d'apparence que cette matière, cet air solaire, non plus que le nôtre, soit si parfaitement homogène qu'il n'y ait aucune différence de figure, de grosseur, de contexture & de poids dans les parties qui la composent, il doit descendre plus ou moins bas dans l'atmosphère terrestre, à raison du différent poids de ces parties, & s'y assembler sur des couches de différente hauteur. Les couches les plus basses & le plus près de nous seront chargées des parties les plus grossières & les moins inflammables, & c'est de-là que résulteront ces brouillards épais, mais d'ordinaire transparens, & cette espèce de fumée qui accompagnent si souvent l'aurore boréale, qui nous la cachent en partie & qui en sont presque toujours les précurseurs, tantôt sous la forme d'un segment de cercle qui borde l'horison du côté du nord, tantôt comme de simples nuages, répandus çà & là, ou dans tout le ciel, sombre & fumeux par le côté qu'ils tournent vers nous; mais blancs & lumineux par leur côté supérieur. Il y a donc au-dessus de la matière obscure & fumeuse une matière plus légère & plus inflammable, & actuellement enflammée, soit par elle-même, soit par collision avec des particules d'air. » *Traité physique & historique de l'aurore boréale*; par M. de Mairan, pag. 4 & 5. Dans ce systême, l'aurore boréale n'est pas un météore lumineux; mais elle tient le milieu entre les purs météores & les phénomènes cosmiques, tels que ceux de l'astronomie.

Cette idée, qui paroît d'abord grande, n'est cependant que gigantesque; séduisante au premier aspect, elle ne soutient pas un examen approfondi, parce qu'elle ne porte que sur des principes au moins précaire; aussi n'a-t-elle pas fait la fortune que sembloit lui promettre la grande réputation de son auteur. Quelle étendue ne faut-il

pas donner à l'atmosphère solaire ? Près de soixante-huit millions de lieues en diamètre ; & la distance qu'il y a de la terre au soleil, ne seroit presque que le rayon de cette atmosphère. Ces particules qui forment l'atmosphère du soleil, en tombant dans l'air que nous respirons ne devroient-elles pas y occasionner le plus violent incendie, ou du moins produire quelque petite dilatation dans le mercure du thermomètre le plus sensible.

Cette matière, qui devoit être lumineuse par elle-même, puisqu'elle est la lumière elle-même, ou le feu solaire, est néanmoins *sombre, obscure, & fumeuse ;* cette matière, pour s'enflammer, a besoin d'un mélange avec celle de l'atmosphère terrestre ; & cette inflammation n'arrive pas au moment du contact, ce qui paroîtroit naturel ; mais après qu'elle est parvenue à une certaine profondeur ; & afin qu'on ne pense point que je prête à ce systême une certaine tournure défavorable, je vais rapporter ses propres paroles, tirées des éclaircissemens mêmes de M. de Mairan.

« J'imagine donc, dit-il, que la matière de l'atmosphère solaire dont résulte l'aurore boréale & tout ce qui la compose, ne s'enflamme, en se mêlant avec celle de l'atmosphère terrestre, qu'après y être tombée à une certaine profondeur, & y avoir séjourné un certain temps ; qu'elle s'y enflamme plus ou moins par une espèce de fermentation, de la manière dont certains phosphores s'allument étant exposés à l'air ; & s'y éteint ensuite plus tôt ou plus tard, selon la quantité & la qualité de cette matière. » *Eclairciss. XI, pag. 400, 1754.*

Cette matière n'est donc pas lumineuse : comme elle devroit l'être, puisque c'est celle qui compose l'atmosphère du soleil ; elle a besoin du mélange des particules terrestres pour briller, il faut qu'elle s'enfonce à une certaine profondeur où celles-ci sont plus grossières afin de pouvoir s'enflammer ; elles s'éteignent ensuite, parce que cela est nécessaire pour le systême ; combien de suppositions purement gratuites dans cette hypothèse !

3°. Le célèbre Euler, ce grand géomètre, à qui aucune science n'étoit étrangère, a prétendu que l'aurore boréale devoit son existence à l'impulsion des rayons solaires, capables d'agir assez fortement sur l'air, sur les exhalaisons terrestres ; en un mot, sur l'atmosphère propre de la terre, pour en chasser les parties, à une très-grande distance de notre globe, de telle sorte que la matière de ce phénomène n'est que l'amas des particules très-subtiles de l'atmosphère terrestre, chassée par l'impulsion des rayons solaires à des distances immenses de la terre, c'est-à-dire à la distance où l'on observe ce phénomène. L'effet de cette impulsion doit être très-grand, & il l'est réellement, dit-il, parce qu'autour des poles de la terre, le soleil, pendant plusieurs jours consécutifs, est visible près de l'horison. L'aurore boréale par conséquent ne réside pas dans l'atmosphère terrestre ; dont la hauteur, selon M. Euler, ne va pas au-delà d'un mille d'Allemagne, tandis que la matière de ce phénomène est placé à des milliers de milles. Ce sentiment est exposé dans les *Recherches physiques sur la cause de la queue des comètes, de la lumière boréale & de la lumière zodiacale*, insérées dans le second volume de l'Académie de Berlin, année 1746. Ce grand géomètre remarque qu'il y a beaucoup d'affinitée entre les queues des comètes & la lumière boréale, & qu'en effet la queue d'une comète doit offrir à un spectateur placé sur sa surface dans l'hémisphère opposé au soleil, un phénomène presque semblable à celui de la lumière boréale. Mais malgré la haute célébrité de son illustre auteur, il ne paroît pas avoir produit une certaine sensation dans le monde savant, probablement parce qu'il paroît réunir presque tous les inconvéniens propres aux théories déja exposées.

En effet, il est difficile de concevoir comment les exhalaisons terrestres pourroient parvenir à la grande élévation que M. Euler assigne pour le siége de l'aurore boréale, & qui n'est rien moins que de deux ou trois mille lieues, puisque cette distance surpasse quelquefois le diamètre entier de la terre, ainsi qu'il l'assure à l'article XIII, page 135 de ses Recherches. Il n'est pas plus aisé de comprendre par quel moyen ces particules deviennent lumineuses à cette grande hauteur. Il semble qu'elles devroient l'être aussi près de la surface de la terre, ce qui est contraire à l'observation. D'ailleurs la grande ténuité des molécules, dont les rayons du soleil sont composées, ne paroît guère pouvoir se concilier avec cette forte impulsion qu'on leur attribue pour chasser à trois mille lieues de la terre une partie de l'atmosphère de notre globe. On devroit de plus éprouver un grand trouble, une grande agitation dans la masse d'air qui environne la terre, suite nécessaire d'une forte impulsion, d'un prodigieux déplacement, d'une quantité considérable de parties ; cependant on n'observe ni ouragans, ni tempêtes, ni bouleversement pendant l'apparition des aurores boréales.

4°. Opinion de ceux qui attribuent l'aurore boréale aux glaces dont les terres polaires sont couvertes. Quelques auteurs ont pensé que les neiges & les glaces qui sont perpétuellement dans les régions circon-polaires réfléchissoient comme autant de miroirs vers la surface des couches supérieures de l'atmosphère les rayons du soleil, qui s'abaisse très-peu au-dessous de l'horison de ces climats, pendant le peu de temps qu'ils sont privés de sa présence, & que les molécules dont ces couches sont composées, occasionnant une seconde réflexion, les renvoyoient vers la surface de la terre & produisoient par ce moyen, les apparences de l'aurore boréale.

Plusieurs physiciens se sont déclarés pour ce sentiment; nous n'en citerons ici qu'un. Le P. Serantoni, augustin, & professeur à Luques, à l'occasion de la grande aurore boréale qui parut en Italie, la nuit du 13 décembre 1767, fit une dissertation sur ce phénomène, dans laquelle il embrassa cette opinion, & soutint que les aurores boréales étoient produites par une double réflexions des rayons du soleil, l'une sur les terres de la zone glaciale, l'autre sur les parties supérieures de l'atmosphère.

Si la réflexion des glaces du nord étoit la cause de l'aurore boréale, la lumière de ce phénomène ne devroit pas être plus forte ni plus vives que celle du crépuscule; cependant quelle différence dans l'éclat & dans l'intensité de l'aurore boréale. Dans cette supposition, toutes les aurores boréales seroient de l'espèce de celles qu'on appelle tranquilles, on n'en verroit jamais de resplendissantes, & on n'appercevroit pas de temps en temps, ces feux, ces colonnes radieuses, ces jets de lumière, ces rayons brillans qui éprouvent des alternatives de mouvement & de repos, d'apparitions & de disparitions successives d'un éclat plus ou moins vif, de nuances diverses, &c., qui saisissent d'admiration les spectateurs étonnés.

Toutes les fois que le ciel ne seroit point couvert de nuages, nous serions témoins de ce beau spectacle; il brilleroit à nos yeux, non-seulement le soir, mais encore le matin, lorsque le soleil seroit à-peu-près à la même distance de l'horison où il étoit la veille à son coucher, ce qui est contraire aux observations; d'ailleurs, l'aurore boréale seroit d'autant plus éclatante pour nous que le soleil seroit plus proche du tropique du cancer, & d'autant moins brillante, que le soleil seroit plus proche du tropique du capricorne; cependant on voit moins fréquemment de grandes & belles aurores boréales vers le solstice d'été qu'aux approches du solstice d'hiver.

5°. Hypothèse de M. Hell. M. l'abbé Hell a pensé que l'aurore boréale consistoit dans les rayons du soleil ou de la lune, réfractés par notre atmosphère & réfléchis par des particules de glace dont sont formés les nuages lumineux qu'on appelle aurore boréale. C'est, selon cet habile astronome, un météore semblable aux parhélies qui provient de la réflexion des rayons du soleil ou de la lune sur des vapeurs congelées, suspendues dans l'atmosphère à différentes distances de la terre, qui sont transportées par les vents comme des nuages légers.

Mais dans ce sentiment, le siège de l'aurore boréale ne devroit pas être plus élevé que celui des parhélies, des parasélènes, des halos ou couronnes, qui n'est guère qu'à une demie-lieue, ainsi qu'il résulte des angles pris par Descartes & par d'autres savans; les nuages d'où dépend la formation de ces météores lumineux n'étant jamais aussi élevés que le sommet des hautes montagnes. Cependant l'aurore boréale, qui a une parallaxe très-marquée, est à une distance de la surface de la terre considérablement plus grande, comme les observations & le calcul semblent le démontrer.

Opinion de quelques autres physiciens, analogue à la précédente. Plusieurs ont imaginé que les rayons du soleil, descendu sous l'horison, étant rompus ou réfractés par divers nuages successivement, produisoient l'aurore boréale, à-peu-près, comme plusieurs prismes, disent-ils, font faire à la lumière une sphéroïde, ou une espèce de cercle. M. Mako, physicien de Bude, & M. Helfensziedez d'Ingolstad ont soutenu ce sentiment.

M. Hupsch a prétendu que plusieurs espèces d'aurore boréale étoient produites par la réfraction & la réflexion des rayons lumineux, & qu'elles avoient ordinairement une forme arquée sous les latitudes comprises depuis le cinquante-cinquième degré jusqu'au soixante-quinzième degré. Cependant les véritables aurores boréales, suivant ce physicien allemand, sont les effets d'une matière de la nature du phosphore qui doit son origine aux exhalaisons sulphureuses très-fines.

M. Samuel Treiwald avoit même imaginé le moyen suivant de représenter les aurores boréales. Faites entrer, dit-il, dans une chambre obscure un rayon solaire par un trou d'un diamètre d'un pois; recevez-le sur un prisme de crystal, placé horisontalement, de manière qu'il puisse raser les côtés d'un verre à pied, de forme conique: celui-ci doit avoir été précédemment rempli d'eau-de-vie commune, & placé à environ un pied & demie du prisme. Faites en sorte que le rayon coloré, qui est parallèle à la surface de l'eau-de-vie, & qui la touche même, soit reçu sur un tableau extrêmement blanc, qui ait environ cinq pieds carrés, vous jouirez alors du spectacle le plus exact d'une aurore boréale sur cette toile. Vous appercevrez les mêmes mouvemens & le même trouble que dans les rayons de lumière qui se remarquent dans les aurores boréales qui paroissent au ciel. Des rayons lumineux, lancés comme autant d'éclairs, & se dissipant ensuite de mille manières dans les nuages de diverses couleurs, frapperont aussi vos yeux, ce qui est l'effet des vapeurs qui s'élèvent de l'eau-de-vie qui est échauffée peu-à-peu par les rayons solaires.

La cause de l'apparition & des variations de ces traits de lumière, dans ce simulacre du phénomène dont on parle, doit être attribuée à la chaleur plus ou moins grande du rayon solaire qui produit une évaporation plus ou moins foible des parties les plus subtiles de l'eau-de-vie, de même qu'au mouvement irrégulier des rayons que le soleil nous envoie. Ce spectacle peut durer pendant plusieurs heures, en se variant à chaque minute.

Mais les réfractions que les rayons du soleil peuvent éprouver dans les nuages produiroient des arcs ornés des sept couleurs de l'arc-en-ciel, on n'y verroit pas un arc obscur; on ne remarqueroit pas des jets de lumière; on n'appercevroit pas la lumière boréale de divers endroits fort éloignés; les nuages qui en seroient le siège étant fort près de la terre; enfin l'apparition des aurores boréales devroit avoir lieu constamment toutes les fois que le ciel seroit clair & serein. Mais les observations prouvant le contraire, on doit en conclure que l'aurore boréale ne dépend p. s des réfractions prismatiques & successives faites dans les nuages.

6°. De l'hypothèse qui attribue la formation de l'aurore boréale à la matière magnétique. L'illustre M. Halley, à qui les sciences & sur-tout l'astronomie ont tant d'obligations, a cru que l'aurore boréale devoit son origine à la matière magnétique. *Transact. philos.* an. 1717. Selon cet auteur, le globe terrestre est comme une sphère creuse au centre de laquelle est une petite terre magnétique. C'est de cet aimant central qu'émane le fluide magnétique qui, s'échappant par le pôle boréal de la croute supérieure que nous habitons, circule autour de la surface de la terre. Cette lumière éclatante, ces feux étincelans que nous voyons briller dans l'atmosphère pendant les aurores boréales sont, selon lui, un effet du fluide magnétique qui s'enflamme comme la limaille de fer. Plusieurs physiciens, & entr'autres M. Plantade, de la société royale des sciences de Montpelier, ont été de ce sentiment.

Cette opinion a pu paroître un instant séduisante, parce qu'elle sembloit expliquer pourquoi l'aurore boréale se montre toujours vers le nord, & en décline de quelques degrés, mais elle n'est aucunement satisfaisante, parce que, 1°. cette espèce d'organisation, si je puis parler ainsi, qu'on prête au globe terrestre est aussi composée que précaire. 2°. La dédéclinaison de l'aiguille aimantée étoit en 1580 de 11 degrés 30 minutes; en 1610 de 8 degrés; en 1640 de 3 degrés vers l'est; en 1666 elle étoit nulle; en 1670 de 1 degré & demi vers l'ouest, & depuis cette époque elle a toujours été en augmentant successivement; de telle sorte qu'elle étoit de 5 degrés 50 minutes en 1692; de 8 degrés 10 minutes en 1699; de 10 degrés 10 minutes en 1707, de 14 degrés en 1727; de 17 degrés 15 minutes en 1750; de plus de 19 degrés en 1777.

Or, on n'a point remarqué que la déclinaison de l'aurore boréale fut en rapport avec celle de l'aimant; que la première fut vers l'est au commencement du siècle dernier, & dans les siècles précedens, lorsque l'aiguille aimantée se tournoit vers cette partie du ciel, ni que ses variations eussent une marche correspondante & des périodes réglées, comme le fluide magnétique. On a vu au contraire que dans la même année & dans le même mois, l'aurore boréale étoit tantôt dirigée vers l'ouest, tantôt vers l'est, & quelquefois directement au pôle. J'ai fait plusieurs fois ces observations. 3°. L'aurore boréale devroit paroître perpétuellement, le fluide magnétique circulant sans interruption autour du globe de la terre. 4°. Ce fluide devroit être susceptible d'inflammation & de lumière; & cependant il n'a jamais été possible de produire aucune déflagration ni même la plus petite scintillation dans ses molécules. Approcher du tourbillon magnétique qui circule autour d'un aiman quelconque, le fer rouge le plus ardent, la flamme la plus vive d'une lampe d'émailleur, le foyer de la loupe la plus forte ou du meilleur miroir exposés aux rayons du soleil, & vous ne viendrez jamais à bout de produire ni lumière, ni scintillation dans les particules du fluide électrique, comme il est facile de s'en assurer par voie d'expériences. Bien plus l'aimant, lui-même rougi sur des charbons ardens, ne présente pas la moindre apparence de lumière, ni de corruscation ce qui devroit necessairement arriver dans l'hypothèse que nous réfutons.

La plûpart des sentimens qu'on vient d'exposer ont été abandonnés presqu'aussi-tôt que les phénomènes électriques furent connus. On sentit bientôt que le fluide électrique devoit être l'agent principal qui formoit les aurores boréales, mais on n'en donna aucune explication particulière; c'étoit alors un mot vague dont on se servoit.

7°. Premier sentiment de Franklin sur l'aurore boréale. Le physicien de Philadelphie, dans sa cinquième lettre à M. Collinson, intitulé observations & suppositions qui tendent à former une hypothèse pour expliquer les différens phénomènes des coups de tonnerre & les aurores boréales; le physicien de Philadelphie s'exprime ainsi.

« C'est une chose ordinaire de voir des nuages à différentes hauteurs, tenir différens chemins, ce qui prouve différens courans d'air, l'un au-dessus de l'autre. Comme l'air entre les tropiques est raréfié par le soleil, il s'élève; l'air du nord & du sud plus dense accourt à sa place; l'air ainsi raréfié & contraint de monter, passe au nord & au sud, & est forcé de descendre dans les régions polaires, s'il ne trouve quelque issue en deça; afin que la circulation puisse être continuée ». Cet auteur a supposé plus haut que l'océan est un composé d'eau, corps non électrique, & de sel, corps originairement électrique. Lorsqu'il y a du frottement le feu électrique est rassemblé, aussi est il visible la nuit à la poupe & dans le sillage de chaque vaisseau qui fait route, on l'apperçoit à chaque coup de rame, dans l'écume des vagues; dans une tempête la mer paroît tout en feu. Les particules d'eau s'élèvent aussi en vapeurs, s'attachent aux particules d'air; & les vapeurs qui ont du feu électrique, & du feu commun sont mieux soutenues que celles qui n'ont que du feu commun; car lorsque les vapeurs s'élèvent

dans la région la plus froide au-dessus de la terre, si le froid diminue le feu commun, il ne diminue pas le feu électrique, ces vapeurs réunies ou ces nuages de mer, qui sont électriques, poussés par les vents, déchargent souvent leur électricité contre des nuages de terre ou contre des montagnes; mais laissons-le continuer. « Comme les courans d'air chargé de nuages suivent des routes différentes, il est aisé de concevoir comment les nuages passants l'un sur l'autre peuvent s'attirer réciproquement, & ainsi s'approcher suffisamment pour le choc électrique; & de même, comment les nuages électriques peuvent être emportés sur les terres loin de la mer, avant que d'avoir aucune occasion de frapper ».

« Lorsque l'air chargé de ses vapeurs élevées de l'océan entre les tropiques, vient à descendre dans les régions polaires & atteindre les vapeurs qui y sont élevées, le feu électrique qu'elles portent commence à être communiqué, & se fait appercevoir dans de belles nuits, étant d'abord visible là où il commence à être en mouvement, c'est-à-dire, où le contact commence, & par tant dans les régions les plus septentrionales: delà vient que les courans de la lumière semblent s'élancer au sud, même jusqu'au zénith des contrées septentrionales. Mais quoique la lumière paroisse s'élancer du nord au midi, le progrès du feu est réellement du midi au nord; son mouvement commençant dans le nord, voilà pourquoi il est d'abord aperçu ».

« Car le feu électrique n'est jamais visible que quand il est en mouvement, & qu'il saute de corps en corps, ou de parcelle en parcelle au travers de l'air; lorsqu'il traverse des corps denses il est invisible. Comme lorsqu'on ouvre à l'une de ses extrémités un long canal rempli d'eau, pour le vider, le mouvement de l'eau commence d'abord auprès de l'extrémité ouverte, & continue vers l'extrémité fermée, quoique l'eau elle-même avance de l'extrémité fermée vers l'extrémité ouverte: ainsi le feu electrique déchargé dans les régions polaires, peut être sur un longueur de mille lieues d'air en vapeurs, paroît d'abord où il est en mouvement, c'est-à-dire dans les parties les plus septentrionales, & l'apparition s'élance du côté du midi, quoique le feu avance réellement du côté du septentrion: ceci pourroit passer pour une explication de *l'aurore boréale* ».

Il seroit inutile de s'arrêter à réfuter une idée qui n'est proposée par son auteur que comme une supposition, & on n'a pu s'empêcher de remarquer qu'elle n'est appuyée que sur des principes précaires. Ce sont des nuages de mer électriques, parce que dans la mer il y a du sel agité ou frotté; ces vapeurs s'élèvent entre les tropiques seulement, elles emportent avec elles le feu électrique; celui-ci après s'être beaucoup élevé retombe vers les régions polaires, descend & ne brille précisément que là; ce n'est ni en montant ni en s'étendant de l'équateur au pôle, c'est en descendant du pôle que la lumière de ce feu devient visible, précisément par le besoin du systême. D'ailleurs il n'explique aucuns des phénomènes de l'aurore boréale, ni le segment obscur, ni l'arc lumineux &c. aussi presque personne n'a-t-il adopté cette conjecture.

8°. M. Canton, à la fin d'un mémoire relatif aux corps plongés dans des atmosphères électriques, lu à la Société royale de Londres, le 6 décembre 1753 fait deux questions: l'air raréfié tout-à-coup ne peut-il pas donner du feu électrique aux nuages & aux vapeurs qui le traversent, & réciproquement en recevoir d'eux lorsqu'il est condensé tout-à-coup? l'aurore boréale n'est-elle point l'élancement du feu électrique des nuages électrisés positivement sur les nuages électrisés négativement, à une grande distance, au travers de la partie supérieure de l'atmosphère où la résistance est moindre?

Plusieurs autres physiciens modernes ont également dit que l'électricité qui règne de temps en temps dans les nuages étoit la cause de l'aurore boréale, & que toutes les apparences, observées ordinairement dans ce phénomène, résultoient des corruscations, des étincelles, & des jets électriques qui sortoient du sein des nuées; d'autres ont pensé que c'étoit une émanation du fluide électrique, renfermé dans le sein de la terre, dirigée à-peu-près par les pôles magnétiques de notre globe, & vers les parties où il y a plus de minéraux, d'où elle s'échappe & s'élève ensuite.

Mais ces diverses opinions sont insoutenables, parce qu'il est démontré, 1°. que le siége des aurores boréales est de beaucoup supérieur à la région des nuées; celles-ci ne s'élèvent qu'à demie-lieue, ou tout au plus à une lieue au-dessus de la surface de la terre, tandis que les aurores boréales sont environ à deux cents lieues de hauteur. 2°. On devroit appercevoir un changement notable dans la température de l'atmosphère pendant le temps des aurores boréales, comme on le remarque dans le temps des orages & des tonnerres qui sont incontestablement des effets de l'électricité aérienne; cependant les observations météorologiques qu'on a faites jusqu'à présent, prouvent le contraire. 3°. Le premier défaut d'une explication est de ne pas expliquer; or, dans les opinions différentes que nous réfutons ici, on ne peut concevoir d'une manière claire & précise les circonstances essentielles qui accompagnent ou plutôt qui caractérisent ce phénomène, telles que l'arc lumineux & circulaire, le segment obscur concentrique, les jets de lumière & les rayons brillans qui ne sont point momentanés & fugitifs, comme l'éclair du tonnerre & le trait serpentant de la foudre; mais qui paroissent constamment pendant un temps considérable; cette couleur pâle & phosphorique; cette direction ordinaire vers le pôle; cette apparition fréquente vers cette partie du ciel, &c. &c.

En effet, si l'aurore boréale dépend de l'électricité des nuées, les jets de lumière paroîtront dans toute sorte de direction à l'est & à l'ouest, comme au nord, puisque les nuées qui sont vers l'orient & vers l'occident peuvent être électriques de même que celles qui sont vers le pôle boréal, ainsi que l'expérience le prouve, le tonnerre tombant aussi bien du côté de l'orient & de l'occident que du côté des autres points cardinaux. Néanmoins les aurores boréales sont toujours dirigées vers le nord ou vers le midi.

La couleur propre à la lumière boréale ne seroit point blanchâtre & phosphorique, elle ressembleroit à celle qu'on voit briller dans les autres phénomènes électriques; ce que les observations démentent hautement. Ce segment obscur, surmonté d'un bel arc de lumière, ordinairement régulier & circulaire ou un peu elliptique, peut-il résulter d'une électricité aérienne, produite dans des nués assemblées irrégulièrement & dispersées de tout côté, au gré des vents qui soufflent de tous les points de l'horison? Je ne sache pas que personne ait encore apporté de semblables preuves pour réfuter l'opinion que les physiciens électrisans ont d'abord imaginé pour expliquer la cause des aurores boréales par l'électricité des nuages; mais elles n'en sont pas moins décisives. Ce n'est réellement que dans notre sentiment qu'on peut rendre raison, avec la plus grande facilité, de tous les phénomènes qui sont propres aux aurores boréales; & il n'y a que cette théorie où on puisse remarquer la plus grande conformité avec tous ceux que l'observation présente, comme on le montrera dans un instant.

9°. Systême de M. l'abbé Bertholon. L'aurore boréale dépend, selon moi, de l'électricité des hautes régions de l'atmosphère; c'est une *lumière phosphorico-électrique*. Après avoir fait part à l'Académie des sciences de Béziers de mes principes, je leur donnai la forme d'un vrai systême, quelques années après, dans un mémoire lu à l'Académie des sciences de Montpellier, le 18 & le 23 décembre de l'année 1777; & il fut ensuite imprimé dans le Journal de Physique, décembre 1778, pag. 442. Nous le présenterons en entier dans un instant, parce qu'il paroît avoir été approuvé & suivi par plusieurs auteurs. Franklin semble également en avoir adopté une partie, comme on le verra en comparant les suppositions suivantes avec mes principes qu'on verra bientôt exposés en détail.

10°. Opinion de M. de la Cépède. Ce savant pense que le fluide électrique est un composé de l'élément du feu combiné avec de l'eau, que l'intérieur du globe, ce grand réservoir de chaleur, est le lieu où s'opère principalement cette combinaison. Sous l'équateur la croûte de la terre donne un passage plus libre au fluide électrique pour s'élever, parce que les corps les plus idio-électriques, tels que le verre, &c., deviennent les meilleurs conducteurs, lorsqu'ils sont très-chauds & pénétrés de feu. Ce fluide électrique s'élevant dans les nuages, y forme les orages, & montant ensuite jusqu'aux confins de l'atmosphère, à cause de sa force expansive, il y jouit en paix de ses propriétés; ce vuide est toujours plus ou moins rempli de la matière du feu, de l'élément du feu pur, & souvent de la matière de la lumière; & c'est à ces parties de l'élément du feu qu'il renferme, que le vide doit sa propriété d'attirer le fluide électrique; celui-ci vague alors en liberté. Il s'éloigneroit bientôt de plus en plus de notre globe, s'il n'étoit retenu par cette force d'attraction inhérérente à toute matière &, qui, dans ce moment, l'emporte sur l'expansibilité qui lui vient de la répulsion mutuelle de ses parties, & qui s'affoiblit & diminue comme le carré de sa distance du centre de la terre augmente. Ce fluide arrivé aux confins de l'atmosphère cède sa place au nouveau fluide qui survient, se porte sur de nouvelles couches de l'air & parvient au-dessus des régions septentrionales. Là, il est forcé de s'accumuler, parce qu'il y rencontre le fluide arrivé des points de l'équateur différens de ceux dont il est parti; d'où il résulte qu'il paroîtra sous la forme de lumière & qu'il y produira l'aurore boréale. De-là, les habitans des pôles ont constamment au-dessus d'eux ces apparences brillantes.

Si des circonstances particulières augmentent la quantité du fluide électrique, il rétrograde, & forcé de s'accumuler aussi au-dessus des régions situées sous les zones tempérées, ils y produisent encore ce phénomène qui paroît venir du nord, parce que c'est de ce côté que le fluide commence à s'accumuler, quoique ce soit réellement de l'équateur qu'il arrive. La lumière de l'aurore boréale suit encore les ondulations & les différens mouvemens de l'air qui compose les dernières couches. On peut voir ce sentiment exposé avec plus de détail dans le Journal de Physique, avril 1778. Nous exposerons nos doutes sur le systême ingénieux de cet habile physicien, après avoir rapporté auparavant le seconde opinion du physicien de Philadelphie.

11°. Second sentiment de Franklin. Cet illustre physicien s'est cru enfin obligé d'abandonner sa première hypothèse; & un an & demi après que j'eus lu, à l'académie des sciences de Montpellier, qui ne fait qu'un corps avec celle de Paris, ma théorie des aurores boréales, & après qu'elle eut été imprimée dans le journal de Physique, ainsi qu'on l'a vu il n'y a qu'un instant, il fit lire, le 14 avril 1779, à la séance publique de l'académie, un *extrait* de suppositions & de conjectures sur la cause des aurores boréales qu'on présente ici.

1°. L'air échauffé devient plus léger que celui dont la température est plus froide.

2°. Devenu plus léger, il s'élève, & l'air voisin plus froid & plus pesant le remplace.

3°. Échauffé au milieu d'une chambre par un fourneau ou par un poële, il gagne le haut & se répand au-dessus de l'air plus frais, jusqu'à ce que touchant aux murailles, ces murailles plus froides le condensent; alors devenu plus pesant, il descend & prend la place de l'air froid, qui s'étoit porté vers le feu, pour occuper celle de l'air, qui s'étoit élevé des environs.

4°. Ainsi, au moyen du feu, il se fait une circulation continuelle de l'air qui est dans la chambre; circulation, qu'on peut rendre visible en faisant dans cette chambre un peu de fumée, car elle prendra les mêmes directions. Entr'ouvrez une porte entre deux pièces, dont l'une soit échauffée & l'autre ne le soit pas; présentez successivement une bougie au haut, au bas, & au milieu de cette porte, vous verrez un effet du même genre; car vous reconnoîtrez par les différentes directions de la flamme, un courant d'air échauffé qui sort de la chambre par en haut, un autre d'air froid, qui entre par en bas, & très-peu ou point de mouvement au milieu.

5°. La nature produit sur l'air de notre globe un effet semblable. -- L'air échauffé entre les tropiques s'élève perpétuellement en haut, & sa place est remplie par les vents du nord & du sud, qui viennent des régions plus froides.

6°. L'air plus léger, parce qu'il est échauffé, flottant au-dessus d'un autre plus froid & plus dense, doit se répandre vers le nord & le sud, & descendre près des deux pôles, pour remplir la place de celui qui s'est porté vers l'équateur.

7°. Il se fait, par-là, une circulation dans l'air de notre atmosphère, comme dans la chambre dont nous venons de parler.

8°. En effet, les directions différentes & même opposées des nuages, démontrent celles des airs de différentes pesanteurs, comme celles de la fumée ou de la flamme, dans l'expérience de la chambre ou de la porte.

9°. La grande quantité de vapeurs qui monte entre les tropiques, forme des nuages qui contiennent beaucoup d'électricité; quelques-uns tombent en pluie avant d'arriver aux régions polaires; d'autres passent à ces régions.

10°. Si l'on reçoit de la pluie dans un vase isolé ou soutenu sur du verre, ce vase sera électrisé, car chaque goutte apporte un peu d'électricité.

11°. Il en sera de même, si c'est de la neige ou de la grêle.

12°. L'électricité descendant ainsi dans les climats tempérés, est reçue & imbibée par la terre.

13°. Si les nuages ne sont pas suffisamment déchargés par cette opération graduelle, ils se déchargent quelquefois soudainement par de grands coups de tonnerre sur la terre, qu'ils trouvent en état de recevoir leur électricité.

14°. La terre, dans les climats tempérés & chauds, est généralement propre à la recevoir, parce qu'elle y est propre à la transmettre.

15°. Un certain degré de chaleur rend capable de transmettre l'électricité des corps qui, sans ce degré, ne le seroient pas.

16°. Ainsi la cire devenue fluide, & le verre ramolli par la chaleur, peuvent tous les deux transmettre ou conduire l'électricité.

17°. L'eau a la propriété de transmettre l'électricité; gelée, quoique par un froid médiocre, elle la perd en partie; quand le froid est extrême, elle la perd en totalité.

18°. La neige tombant sur la terre gélée retient son électricité, & elle la communique ensuite aux corps isolés, quand après sa chûte elle est chassée par les vents.

19°. L'humidité contenue dans les nuages, qui s'élèvent de l'équateur, & qui arrivent aux régions polaires, doit y être condensée, & tomber en neige.

20°. Le grand gâteau de glace qui couvre éternellement ces régions, peut-être trop fortement gélé, pour permettre à l'électricité, qui descend avec cette neige, de pénétrer dans la terre.

21°. Cette électricité peut donc être accumulée sur ce gâteau de glace.

22°. L'atmosphère, qui a peut-être 3 ou 4 lieues de hauteur, étant plus pesante dans les régions polaires, que dans celles qui sont entre les tropiques, doit y être moins élevée; non-seulement par cette raison; mais encore parce que la force centrifuge étant moindre près des pôles, la quantité d'air & la hauteur de la colonne y sont moins considérable; ainsi, il doit y avoir moins de distance de la terre, au vuide qui est au-dessus de l'atmosphère, dans ces régions, que dans celles où la chaleur étant plus grande, la terre & la mer ne sont pas gélées, & peuvent par-là recevoir & transmettre l'électricité. Dans ce cas, le fluide électrique accumulé sur la glace près du pôle, pénétrera plus facilement l'atmosphère dans la direction perpendiculaire, que dans la direction horisontale; & on sera d'autant plus porté à le croire, que la résistance de

de l'air diminue graduellement, comme sa densité, à mesure qu'on l'élève ; tandis qu'elle est toujours la même dans la direction horisontale & près de la surface de la terre.

23°. Le vuide transmettant bien l'électricité, celui qui est au-dessus de l'atmosphère, la transmettra aussi facilement, *ces choses supposées.*

24°. N'est-il pas possible que la grande quantité d'électricité, portée dans les régions polaires par les nuages qui s'y rassemblent, en suivant la direction des méridiens, vienne aussi à s'y condenser & à y tomber avec la neige? n'est-il pas possible que l'électricité, tendant alors à pénétrer dans la terre, et ne le pouvant pas, à cause des glaces qui s'y opposent, se reporte en haut, comme dans une bouteille de leyde surchargée ; qu'elle s'ouvre un chemin à travers l'atmosphère, peu élevée de ces régions ; qu'elle courre dans le vuide au-dessus de l'air, & se dirige enfin du côté de l'équateur, en divergeant comme les méridiens, l'électricité ne sera-t-elle pas alors très-visible dans les endroits où elle sera plus dense, & ne le deviendra-t-elle pas de moins en moins à mesure que la divergence augmentera, jusqu'à ce qu'enfin elle trouve une issue vers la terre dans les climats plus tempérés, ou qu'elle se mêle avec l'air supérieur ; & si la nature opère de cette manière, n'en résultera-t-il pas toutes les apparences des aurores boréales?

25°. Car ces aurores paroîtront plus fréquemment en automne, aux approches de l'hiver, non-seulement parce que les nuits sont plus longues dans cette saison ; mais encore, parce que dans l'été la la longue présence du soleil peut amollir la surface du grand gâteau de glace des régions polaires, & le rendre par-là plus propre à conduire l'électricité, ce qui nuira à son accumulation dans ces régions.

26°. L'atmosphère des régions polaires devenant plus dense par le froid extrême, & l'humidité qui la charge étant gélée, quelque grande lumière ne peut-elle pas, pendant la nuit, rendre alors cette atmosphère un peu visible à ceux qui vivent dans l'air plus raréfié des latitudes moins visibles du pôle? & dans ce cas, quoique cette atmosphère soit elle-même un cercle plein, s'étendant à 10 dégrés de latitude autour du pôle, ne doit-elle pas paroître aux spectateurs placés de manière à n'en voir qu'une partie, sous la forme d'un segment ; la corde restant sous l'horison, & son arc s'élevant au-dessus plus ou moins, selon la latitude dont il est vu, ne doit-il pas paroître d'une couleur un peu obscure, mais assez transparente pour permettre à la vue d'appercevoir quelques étoiles au travers?

27°. Les rayons électriques divergent entre eux par une répulsion mutuelle, à moins qu'il n'y ait quelqu'autre corps conducteur assez près pour les recevoir ; quand ce corps est plus distant, ces rayons divergent d'abord, mais convergent ensuite pour y entrer.

28°. Les effets du fluide électrique ne peuvent-ils pas expliquer quelques-unes de ces variétés de figures, qu'on observe quelquefois dans le mouvement de la matière immense des aurores boréales? puisqu'il est possible qu'en passant par-dessus l'atmosphère, ou allant du pôle vers l'équateur dans toutes les directions des méridiens, les rayons de cette matière trouvent au-dessous d'eux, dans plusieurs endroits de leur passage, des régions nébuleuses ou d'un air humide, lesquels étant dans l'état naturel d'électricité, ou dans l'état négatif, peuvent être propres à les recevoir & à les faire converger vers elles ; que si ces régions sont plus saturées d'électricité, les rayons lumineux peuvent diverger de ces masses d'air, ou des nuages vers d'autres également humides, & former ainsi ces figures appelées couronnes, & les autres apparences, dont il est souvent fait mention dans les différentes descriptions que nous avons de l'aurore boréale.

Il seroit facile de montrer que l'application de plusieurs des principes précédens ne peut être faite à l'objet présent ; mais il suffira de faire remarquer que malgré la grande multitude de ces suppositions, on n'explique point la figure circulaire de l'arc lumineux, le segment obscur, leurs variations, &c., ni la plûpart des effets qui caractérisent les aurores boréales.

D'un autre côté, on suppose que la terre, sous l'équateur, & même dans les zones tempérées, est assez échauffée par le soleil pour devenir un conducteur du fluide électrique qui est dans l'intérieur du globe ; mais la chaleur du soleil ne pénètre qu'à une petite profondeur au-dessus de la surface de la terre, comme l'expérience le prouve ; car les caves conservent ordinairement une égale température dans les différentes saisons ; & quand la chaleur du soleil se communiqueroit aux diverses substances idioélectriques qui sont dans le sein de la terre, certainement elle ne les amolliroit pas, ce qui est nécessaire pour les rendre conductrices, elle ne leur communiqueroit pas même un degré de chaleur approchant, &c., l'air même sous l'équateur, & à une certaine distance de la surface de la terre, n'est certainement pas assez échauffé pour devenir conducteur du fluide électrique, &c., &c.

12°. Opinion de ceux qui attribuent l'origine de l'aurore boréale au gaz inflammable.

Les découvertes récentes qu'on a faites sur les différentes espèces de gaz, & sur-tout celui qu'on a nommé gaz inflammable, ont engagé M. Volta, physicien célèbre, par plusieurs expériences ingénieuses, principalement dans cette matière, à imaginer que ce fluide pourroit être la cause de

l'aurore boréale. « Si nous osions dire que les » aurores boréales sont également engendrées par » l'air inflammable, rassemblé dans la région su- » périeure de l'atmosphère, lequel, vu l'énorme » quantité qui s'en dégage continuellement de » toute la surface de la terre & de l'eau, & » vu son extrême legèreté, doit se trouver dans » cette région à une telle hauteur, & en telle » dose, qu'il y forme comme un océan, & qui, » également, à cause de sa légèreté, doit se » trouver en plus grande quantité vers les ré- » gions polaires, vers lesquelles il est chassé par » la force centrifuge prépondérante de l'air at- » mosphérique pur. » *Lettres de M. Volta, sur l'air inflammable des marais*, cinquième lettre, &c.

Mais cet auteur ne propose ce sentiment que comme une conjecture vague à laquelle il n'attache aucune importance, « je me repens même » déja, dit-il, d'avoir osé avancer, quoiqu'en » passant seulement quelques idées qui heurtent de » front, pour me servir de l'expression de M. Kin- » nersley, l'orthodoxie électrique. »

L'expérience paroît détruire de fond en comble cette conjecture; car le gaz inflammable (*hydrogène*) ne peut s'allumer dans le vuide de la machine pneumatique, ni conséquemment dans les hautes régions de l'atmosphère, siége de l'aurore boréale, où l'air atmosphérique est prodigieusement raréfié, parce que le concours de l'air vital (gaz oxigène) est nécessaire pour cette inflammation en particulier, comme pour toute inflammation en général. *Voyez* GAZ INFLAMMABLE.

9°. Systême de M. l'abbé Bertholon. J'ai attribué la cause de l'aurore boréale à une lumière phosphorico-électrique, ainsi que je viens de l'annoncer ci-dessus; mais pour procéder avec plus de certitude dans la discussion présente, je crois qu'il est nécessaire d'établir des principes indubitables qui puissent servir de base à tout ce que nous dirons, & de faire sortir, si je puis parler ainsi, de leur combinaison mutuelle une explication encore plus simple qu'heureuse: telle doit être la marche de toutes les sciences.

Premier principe. L'électricité qui règne par-tout, est d'autant plus forte & plus abondante, qu'on s'élève plus haut. Cette assertion est prouvée par les conducteurs élévés pour recevoir l'électricité atmosphérique; l'énergie des étincelles qu'on en tire est proportionnelle à la hauteur. Les cerfs-volans électriques qui donnent des étincelles & des lames de feu, lesquelles augmentent de grandeur comme les hauteurs de leur élévation, achèvent de nous convaincre de la vérité de ce principe; je me contente ici d'indiquer les expériences faites avec des cerfs-volans, par MM. de Romas, Franklin, Beccaria, Bridoine & plusieurs autres; on peut consulter leurs ouvrages.

Second principe. La raréfaction de l'air est en raison de son élévation; il n'est personne qui puisse douter de cette proposition; la difficulté qu'on a à respirer sur les plus hautes montagnes, & les abaissemens du mercure dans le baromètre, en sont des preuves incontestables.

Troisième principe. Plus l'air est rare, plus l'électricité se manifeste sous la figure d'une lumière phosphorique. L'expérience dépose hautement en faveur de cette vérité. Dans un matras vuidé d'air par le moyen de la machine pneumatique, ou dans des tuyaux vuides d'air, après avoir été soudés au haut du baromètre, on voit des flammes blanches, des jets de lumière, & des colonnes resplendissantes agitées de mouvemens divers, dont les apparitions & les disparitions successives les rendent plus brillantes, & on croit voir le spectacle d'une aurore boréale. Or, le vuide de la machine pneumatique n'est point un vuide parfait; un air très-raréfié y est contenu; & les degrés de raréfaction suivent une certaine progression relative au rapport de la capacité du récipient & du corps de pompe; ce qui prouve que ce vuide n'est point absolu, mais seulement relatif.

Quatrième principe. Le fluide électrique se porte naturellement des lieux où il est plus abondant à ceux où il l'est moins; c'est un principe d'hydrostatique dont on ne sauroit douter; & de plus, l'expérience de tous les jours le démontre. Un corps électrisé en plus, partage son excès d'électricité avec celui qui est électrisé en moins ou même avec celui qui n'a que l'électricité naturelle; & plus le corps électrisé en moins a de densité, plus l'attraction réciproque ou la tendance du fluide électrique vers lui est forte. C'est ainsi qu'on détermine des aigrettes & des étincelles à s'échapper du conducteur à une plus ou moins grande distance, en lui présentant des corps plus ou moins dense.

Cinquième principe. Le feu électrique, dans ses différens degrés, paroît blanc, rouge, jaune, &c. En chargeant plus ou moins le carreau magique, & en le déchargeant dans ces différentes circonstances avec l'excitateur, on s'aperçoit de cette variété de couleurs, & conséquemment de ces divers degrés de densité.

Sixième principe. Tout feu, toute flamme vue au travers des vapeurs & des exhalaisons, paroît rouge, & sur-tout la lumière phosphorique. Cette vérité n'a pas besoin de preuves, une expérience journalière le démontre; mais pour m'assurer que la lumière diffuse qui brille dans les vaisseaux de verre vuide d'air, éprouve les mêmes modifications, tandis que la machine électrique mettoit en jeu mes phosphores électriques, je les ai vus en plusieurs endroits d'une couleur rouge, en les regardant à travers des vapeurs & des exhalaisons que je faisois élever à dessein.

C'est un effet de la réfraction d'où résulte la

décompofition des rayons de lumière, felon la doctrine de Newton; jetez encore les yeux dans certains temps fur les nuages qui font au couchant, lorfque le foleil commence à difparoître, & vous les verrez très-fouvent teints d'une couleur rouge & vive comme du fang, malgré l'état du jour; c'eft une obfervation que j'ai faites fréquemment. Les rayons du foleil, dans ce cas, font ou réfléchis, ou réfractés par les nuages.

Septième principe. La matière électrique, qui eft très-abondante dans les hautes régions, fe porte aux pôles plutôt qu'à l'équateur, à caufe de la vertu centrifuge qui eft moindre vers le pôle; fuite néceffaire de la rotation de la terre fur fon axe. Voyez les beaux théorèmes d'Huyghens & de Newton, fur cette matière. Le fluide électrique eft donc néceffairement déterminé à tendre plutôt à la zone polaire que vers les régions qui répondent à la zone torride.

Huitième principe. Le fluide électrique ne fe manifefte jamais avec plus de force & d'abondance que dans les temps froids, dans les lieux feptentrionaux, & dans les endroits où le froid le plus vif règne; il femble avoir pour eux quelqu'efpèce de préférence. Cette propofition eft prouvée par les obfervations de M. l'abbé Chappe, à Tobolsk, & dans le refte de la Sibérie, où il a vu des foudres plus fréquentes que dans aucune autre région; par les obfervations d'électricité faites dans toute l'Europe, defquelles il réfulte que la vertu électrique a plus d'énergie dans l'hiver, que dans l'été, dans les temps froids, que dans les temps chauds; par les nouvelles expériences de M. Achard, excellent phyficien, de l'académie de Berlin, publiées depuis peu, & defquelles on doit conclure, que la glace ou l'eau, dans l'état de congellation, eft très-électrique à un degré de froid confidérable, à 27 degrés au-deffous de zéro. Auffi a-t-il fait toutes les expériences d'électricité avec des globes de glace, avec des bouteilles & des tableaux de glace étamés: voilà des faits nouveaux que nous connoiffons feulement depuis peu, & qui confirmenr merveilleufement ce principe.

Remarque.

Plus en s'élevant on s'éloigne de la furface de la terre, plus il fait froid; voilà pourquoi le fommet des plus hautes montagnes eft toujours couvert de neige. A la hauteur d'environ 2300 toifes d'élévation au-deffus du niveau de la mer, il n'y a aucune plante quelconque; à celle de 2434 toifes feulement, la neige eft perpétuelle & ne fond jamais en aucuns temps de l'année, même fous l'équateur, ainfi que l'ont obfervé MM. Godin, Bouguer, & la Condamine, académiciens français, envoyés par ordre du roi, en 1735, pour y mefurer un degré du cercle équinoxial. Auffi cette zone ou ceinture forme-t-elle partout une ligne de niveau relativement à la hauteur où elle ne fond plus; & le fommet de Chimboraco, une des cordilières, dont la hauteur mefurée géométriquement eft de 3220 toifes, eft-il inacceffible relativement au grand froid qui règne dans la partie de l'atmofphère qui le couvre, quoique dans la zone torride & prefque fous la ligne. Ce froid qu'on éprouve fur le Phitchincha, le Cotopaxi & Chimboraco & fur les autres cordilières, montagnes du Pérou, dont l'élévation furpaffe celle des plus hautes montagnes qu'il y ait dans le monde, eft fi vif, que les animaux ne peuvent y réfifter; il gêle les corps & les durcit tellement, qu'ils ne fe corrompent point. Au rapport de Zarate, dans l'hiftoire de la conquête du Pérou, (liv. III, chap. II,) « Dom Diègue d'Almagro, allant découvrir le Chili, vit périr de froid, dans ces montagnes, plufieurs foldats. Lorfqu'il y repaffa cinq mois après, au fort de l'été, il trouva leurs corps encore débout appuyés contre des rochers, & tout auffi frais que s'il n'y avoit eu que quelques momens qu'ils euffent expiré. Il y en avoit même qui tenoient encore la bride de leurs chevaux fur pied, dont la chair fervit de nourriture à Almagro & à ceux qui l'accompagnoient. »

Explication de l'aurore boréale.

Le fluide électrique, par le premier, le fecond & le troifième principe, régnant avec plus d'abondance & de force dans les plus hautes régions de l'atmofphère, qui s'étend au moins à deux ou trois cents lieues, felon les calculs de MM. de Mairan & Euler; ce fluide doit fe porter vers les régions baffes de l'atmofphère par le quatrième & premier principe, & il tendra du côté du pôle plutôt qu'à l'équateur, par le feptième & le huitième principe; mais par le troifième il fe manifeftera dans ce paffage fous la forme de lumière pâle, diffufe & phofphorique, femblable à celle des colonnes & des jets lumineux, comme dans le matras & les tubes vuides d'air. Cette lumière paroîtra brillante, blanche ou rouge, felon les différens degrés de denfité du fluide électrique par le cinquième principe; & cette couleur fera encore diverfement modifiée, relativement aux vapeurs & aux exhalaifons répandues dans divers endroits de l'atmofphère, conformément au fixième principe. Voilà ce qu'il y a d'effentiel dans ce phénomène, dont l'explication ne peut être goûtée, à moins qu'on n'ait bien préfent à l'efprit les principes démontrés par l'expérience & l'obfervation que j'ai rapportées. Mais fouvent des circonftances accidentelles ou étrangères fe mêlant à ce phénomène, très-variable en lui-même, occafionnent des grandes différences; c'eft pourquoi je penfe qu'il eft néceffaire de donner ici le précis d'une explication plus dévelopée.

L'aurore boréale tranquille est l'effet de la diffusion de la lumière électrique qui est brillante par elle-même & qui éclaire encore les lieux voisins par sa splendeur. Cette aurore où la lumière électrique paroîtra, dès que les causes qui excitent l'électricité quelles qu'elles soient, auront lieu, à-peu-près à certains égards, comme les météores ignés dépendans de ce principe : elle paroîtra sous la forme d'un segment circulaire, parce qu'elle tend vers la zone polaire où ses rayons semblent converger. Les parties plus basses de l'atmosphère & le segment sphérique polaire de notre globe, ayant à-peu-près cette figure, doivent déterminer le fluide électrique à la prendre, puisqu'il est attiré par ces parties, ou qu'il y tend.

Le segment obscur qu'on remarque ordinairement dans les aurores boréales, résulte de ce que les rayons de lumière électrique aboutissant enfin aux parties de l'atmosphère qui sont plus basses que celles qui lui ont donné naissance, plus mixtes & plus hétérogènes, y passent comme par autant de conducteurs. On sait, par l'expérience, que la lumière électrique ne brille point dans les corps qui la transmettent, mais seulement dans l'intervalle qui les sépare ; or, toutes ces substances répandues dans les basses régions se touchant, il y aura une continuité des conducteurs, & par conséquent la transmission électrique se fera sans interruption ; on ne verra donc point de lumière dans cette partie de l'atmosphère. De plus, la figure de ce segment obscur sera concentrique au segment de lumière supérieur, ou à l'arc lumineux qui constitue l'aurore boréale, parce que ces substances mixtes & conductrices, qui sont également répandues dans l'atmosphère, selon l'ordre de leurs gravités spécifiques, sont arrangées circulairement autour du globe de la terre, où elles tendent comme autant de rayons convergens.

Les nuages qui sont quelquefois dispersés au tour de l'horison & vers le nord, soit qu'ils s'y rencontrent par hasard, soit qu'ils y soient amoncelés par un effet de l'attraction électrique ; ces nuages que j'ai assez souvent observé, sur-tout dans les grandes aurores resplendissantes, augmenteront encore, comme cause accessoire, la profondeur de l'obscurité du segment noir qui aura alors l'apparence d'un gouffre (*chama*), selon l'expression d'Aristote, ou d'une fosse, selon d'autres.

Le segment obscur paroîtra plus ou moins grand, selon l'élévation du segment ou de l'arc lumineux qui lui est supérieur. Si celui-ci a peu de hauteur, celui-là communement ne paroîtra pas, soit que l'aurore boréale soit tranquille ou resplendissante ; cependant, il peut arriver que dans cette dernière circonstance, la splendeur de ce phénomène soit d'un tel éclat, que le segment noir, malgré son élévation, ne paroîtra point obscur, par la grande quantité de lumière réfléchie : cet effet sera alors purement optique.

Les colonnes de lumière, les jets resplendissans, les rayons lumineux, les faisceaux brillans qui semblent partir de tous les points du segment obscur ou de l'arc lumineux, sont des colonnes radieuses, des rayons de lumières phosphorico-électrique qui, venant des régions supérieures où elle est plus abondante, se porte vers les régions inférieures, où sa quantité est moindre & brille dans le vuide, c'est-à-dire, dans l'espace intermédiaire. Ces jets de lumière paroissent sortir du segment obscur de l'arc lumineux, parce qu'on est imbu du préjugé vulgaire, que cette lumière s'élève en l'air, tandis qu'elle s'élance réellement vers la terre, préjugé qui s'évanouira dans un instant, si on fait attention qu'il est impossible de distinguer le point d'où partent des rayons lumineux qui se meuvent avec une très grande rapidité, & de connoître s'ils sont divergens d'un centre, où s'ils convergent en ce point. Si on doutoit de la vérité de ce que j'avance ici, on pourroit se rappeler qu'une étincelle qui paroît éclater entre un conducteur électrisé par un globe de soufre & le doigt d'une personne non-isolée, semble partir du globe tandis qu'elle sort réellement du doigt : le sens de la vue n'est point assez sûr ni assez actif pour connoître l'origine de ce mouvement.

Mais ces colonnes de feu & ces jets de lumière s'élançant successivement, s'éteignant un instant pour reparoître ensuite avec plus d'éclat, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, comme dans les matras & les tubes vuides d'air & animés par l'électricité, formeront le spectacle le plus varié & le plus magnifique qu'on puisse imaginer ; en un mot, une aurore boréale resplendissante. Les intervalles qui se trouvent nécessairement entre différens jets de lumière convergens vers un arc, doivent produire des crénaux ou des bandes obscures qui peuvent varier à l'infini, & devenir de plus en plus réguliers par les combinaisons de cette cause avec plusieurs autres circonstances accidentelles, telles, par exemple, que les nuages dont nous avons parlé.

Des jets de lumières réunis vers le zénith, ou qui paroissent tels, représenteront une espèce de dôme, de couronne, ou de pavillon, effet optique de la convergence réelle ou apparente de plusieurs rayons de lumière. Ces colonnes & ces faisceaux lumineux, agités de mouvemens divers, prendront mille formes différentes, selon la manière de voir ; & ces formes fugitives, produisant des impressions qui ne peuvent que se confondre avec celles qui leur succèdent, changeront plusieurs circonstances de ce phénomène en des résultats optico-électriques ; c'est une observation que les physiciens ne paroissent pas avoir assez faite jusqu'à présent. Mais l'endroit de la grande pompe & de sa splendeur la plus éclatante sera du côté du pôle ; parce que c'est là, comme nous l'avons prouvé ; où le fluide électrique est en plus grande

abondance, & a plus de force & d'énergie ; la force tangentielle ou centrifuge y étant beaucoup moindre.

Ce brillant spectacle nous paroîtra fort proche de la terre, quoique le siége en soit très-éloigné ; la raison en est que, ne pouvant connoître la distance des objets placés à une grande distance que par les objets intermédiaires, les angles optiques étant nuls dans ces sortes d'occasions, nous jugeons que cet appareil lumineux est dans la moyenne région de l'air, parce que nous ne découvrons aucun objet visible dans l'intervalle qui nous sépare du lieu de la scène, placé à des distances très-grandes de la surface de la terre, comme il conste par le calcul & la trigonométrie.

Plusieurs aurores boréales ont été vues par des observateurs placés en différentes villes très-éloignées, & conséquemment ont eu une parallaxe très sensible ; par exemple, l'aurore boréale du 12 septembre 1621, observée par Gassendi, en Provence ; par Bouillaud, à Loudun ; par Galilée, à Venise ; & par d'autres, à Alep en Syrie ; celle du 17 mars 1716 dans les parties méridionales, & dans les contrées septentrionales de l'Europe ; celle sur-tout du 19 octobre 1726, qui parut à Pétersbourg, Varsovie, Rome, Lisbonne, &c. ; or, de cette parallaxe très-sensible qui nous représente l'aurore boréale à différentes élévations, on conclut que la hauteur de ce phénomène est au moins, dans certains cas, à 266 lieues de distance, les élémens du calcul mis sur le plus bas pied ; dans d'autres, à plus de 300 lieues d'élévation, même selon différentes méthodes. On peut consulter, sur cet objet, l'ouvrage de l'illustre M. de Mairan. M. Euler, ce grand géomètre, place le siége de l'aurore boréale à une distance encore bien plus grande : voyez les Mémoires de Berlin ; il est difficile de se refuser aux preuves que le calcul trigonométrique fournit à ces savans du premier ordre.

Si à toutes les preuves que je viens de donner, on ajoute les inductions qu'il est permis de tirer de l'augmentation de l'électricité artificielle, dans les temps des aurores boréales, les étincelles électriques qu'on obtient des pointes isolées en l'air, & les observations des feux volans ou étoiles tombantes, espèces de phénomènes électriques que j'ai eu occasion de remarquer, & notamment pendant l'apparition de la belle aurore boréale du 3 décembre 1777, dont j'ai donné une description très-circonstanciée, on aura, je crois, le dernier degré de vraisemblance qu'il soit permis d'atteindre.

Dans l'aurore Boréale du 29 février 1780, que j'observai à Beziers, depuis six heures & quart environ, jusqu'à neuf heures & quart, la machine électrique fut plus forte, & donna de meilleures étincelles que plusieurs heures avant l'apparition de ce phénomène, quoique le vent fût le même ; & ces étincelles me semblèrent encore plus vives vers le milieu, & principalement vers la fin de ce phénomène ; j'éprouvai aussi la force de l'électrophore, qui me parut plus grande. Les phosphores électriques, animés par l'électricité artificielle, devinrent plus brillans que dans les autres circonstances. Le baromètre étoit à 28 pouces une ligne de hauteur, & le thermomètre de Réaumur à sept degrés & demi au dessus de la congelation. Je vis encore dans le ciel ces feux volans qu'on nomme étoiles errantes.

Pendant l'apparition de l'aurore boréale du 15 février 1781, sur les 8 heures & demie du soir, je remarquai encore que l'électricité de la machine électrique fut plus forte, ainsi que celle des électrophores & des phosphores électriques ou tubes vuides d'air.

Plusieurs autres physiciens, & entr'autres MM. Canton & Volta en ont également aperçu qui étoient plus forts qu'à l'ordinaire. Ce dernier s'exprime ainsi : « j'en doutois très-fort moi-même ; mais aujourd'hui je regarde la chose comme certaine, & je puis dire l'avoir vue & touchée, pour ainsi dire, avec la main. Dans cette belle aurore qui parut la nuit du 28 au 29 juillet de l'année 1780, au moment où s'élévant peu à peu de l'horison, elle parvint au zénith, entre les 4 & 5 heures d'Italie, repandant de toutes parts une lumière rougeâtre dans un ciel serein, & d'ailleurs venteux ; on obtint d'un conducteur atmosphérique ordinaire, à l'aide de mon condensateur, plusieurs belles petites étincelles claires & pétillantes ; au lieu que dans les autres temps sereins, à quelque heure que ce soit du jour ou de la nuit, le conducteur, même en y joignant le condensateur, ne donne pas des étincelles, ou il n'en donne qu'une très-petite, les signes d'électricité se réduisant le plus souvent à la petite agitation d'un pendule très légere. Ce n'est pas moi qui fit l'observation dans la nuit éclairée par la belle aurore boréale, dont je viens de parler ; mais un Chanoine de mes amis, M. Gattoni, avec qui je fais souvent des expériences, & qui a chez lui le conducteur dont j'ai fait mention. Comme ce conducteur n'est ni fort élevé, ni dans une position bien avantageuse, il est rare que sans le condensateur, il donne des signes électriques, à moins que ce ne soit dans un orage ou dans une pluie extraordinairement forte.

M. le Monnier, dans ses loix du magnétisme parle aussi de l'abondance & du jeu du fluide électrique au temps des aurores boréales, que l'on reconnoît avec les piques & les aiguilles électriques. M. de la Lande dit encore dans son astronomie que les aurores boréales électrisent des pointes isolées, placées dans de grands tubes de verre.

Mais pour achever de donner le dernier degré de conviction dans cette matière, je vais décrire

en peu de mots quelques expériences d'électricité qui représentent l'aurore boréale ; & montrent que ce météore ne dépend, ainsi que je l'ai prouvé dans mon explication, que du fluide électrique dans un grand degré de raréfaction, tel qu'il est dans le vuide & dans les hautes régions de l'atmosphère.

Soit le tube M, *figure 129*. Vuide d'air & fermé hermétiquement par son extrémité supérieure ; dès qu'on l'approche d'une machine électrique en mouvement, on voit dans toute sa capacité intérieure une belle lumière phosphorico-électrique, blanchâtre & agitée de divers mouvemens. Si on arrange plusieurs tubes, préparés de cette manière, c'est-à-dire privés d'air & ensuite fermés à la lampe de l'émailleur ; si on les dispose comme on le voit dans la *figure 130*, l'apparence en est plus brillante, elle ressemble à un soleil, & peut représenter le sommet d'une coupole ou pavillon d'aurore boréale. Ces dix tubes sont fixés par une de leurs extrémités dans des trous pratiqués à la circonférence d'un disque circulaire de cuivre ; à quelque distance ils sont soutenus par un gros fil de métal plié circulairement ; & tout l'appareil est porté par une tige & un pied convenable. On approche le disque qui est au centre, du premier conducteur d'une machine électrique mise en jeu, & on tire des étincelles du fil de métal circulaire ; ou bien on suspend au second conducteur de la machine électrique cet appareil par le fil circulaire, & on excite des étincelles de la partie opposée de ce fil de métal. Alors on apperçoit une lumière diffuse & phosphorique, agitée de mouvemens alternatifs, & qui remplit toute la capacité de ces tubes. Il suffit même pour obtenir cet effet d'approcher ces tubes d'un corps électrisé. L'appareil de la *figure 131* représente encore mieux le spectacle d'une aurore boréale ; il n'est composé que d'un demi disque de métal surmonté de neuf tubes de verre, vuides d'air comme le précédent ; cette moitié de cercle n'étant aucunement lumineuse désigne le segment obscur des aurores boréales, & les tubes indiquent les colonnes, les rayons & les jets lumineux. Lorsqu'on veut que la ressemblance soit complette, on fait courber en demi circonférence un tube de verre vuide, d'air & on le place immédiatement sur le segment, comme je l'ai fait pratiquer à l'appareil que je montre dans mes cours publics de physique.

Les phospores électriques font toujours voir une belle lumière blanchâtre & oscillante, s'il est permis de parler ainsi, lorsqu'ils contiennent une portion de mercure, comme on le voit dans les *figures* 132 & 133, & qu'on les remue pour agiter le mercure ; le simple frottement du vif argent contre les parois du tube fait briller cette lumière tremblottante, c'est-à-dire cette lumière alternativement mêlée d'obscurité, c'est ce qu'on a tâché de représenter dans les *figures 133, 130* & *131*. La *figure 134* présente un grand matras armé d'une virole G & d'un robinet I, qu'on vuide d'air par le moyen de la machine pneumatique, & qui fait également voir une très-belle lumière phosphorico-électrique, lorsqu'on approche le bouton K, d'un conducteur électrique. Toute la capacité de ce matras H G, est remplie de lumière électrique. La *figure 135* montre un grand tube qu'on vuide également d'air en l'appliquant à la tétine de la machine pneumatique, on le supend ensuite par son crochet au second conducteur, & comme dans l'intérieur il y a, près de chaque extrémité, une petite tige surmontée d'une boule de cuivre, on voit le feu électrique sortir de la boule supérieure, traverser toute la capacité, & entrer ensuite dans la boule inférieure. La *figure 136* représente un grand récipient A, A, E, F, visé sur la tétine de la machine pneumatique, son robinet G étant fermé après que l'air a été évacué du récipient. On a mastiqué dans l'intérieur & au haut du récipient un petit matras B, C à moitié plein d'eau ; la tige D, C, Y plonge ; de sorte que ce matras avec sa tubulure, & la tige est une véritable bouteille de Leyde, armée de son crochet & électrisée, parce qu'elle est en contact avec le conducteur électrique D E. Le fluide électrique sort de la surface extérieure du matras & se répand dans l'intérieur du récipient à mesure que le fluide électrique entre dans l'intérieur du matras. On aperçoit des gerbes lumineuses, de larges & belles aigrettes qui se succèdent dans le récipient, & qui produisent un effet admirable.

L'expérience suivante imite encore très-bien l'aurore boréale : soit un récipient R de machine pneumatique, *figure 137*, garni à son goulot d'une virole V, d'une boîte à cuir C, d'une tige de cuivre T T, qui traverse la boîte à cuir C, & le récipient R. Cette tige par son extrémité inférieure se visse à un petit écrou E, qui est au milieu d'une espèce de croissant de métal, dont le bord intérieur porte des pointes angulaires ; de plus, on place sur la machine pneumatique le segment circulaire S, S, supporté par deux petits pieds à patte ; ce segment circulaire a sur son bord des espèces de dents ou pointes angulaires, correspondantes à celles du croissant. Le bout étant ainsi en place sur la platine de la machine pneumatique, dès qu'on électrise l'anneau de la tige T, T, de la boîte à cuir, on voit tout l'intérieur du récipient, après qu'on en a pompé l'air, rempli d'une superbe lumière ; & on observe des jets de feu s'élancer des pointes du croissant à celles du segment inférieur qui est sur la platine de la machine pneumatique. Ces jets, ces colonnes lumineuses, ces rayons brillans ressemblent parfaitement à ceux de l'aurore boréale, qui s'élancent du haut de l'atmosphère où l'air est très-raréfié, sur le globe de la terre qui est ici désigné par le segment circulaire, comme le haut de l'atmosphère l'est par le croissant. Les pointes angulaires sont mises ici pour donner de la régularité aux rayons, & augmenter, s'il est

possible, la magnificence du spectacle. Lorsqu'on a considéré attentivement les différentes circonstances de cette expérience, & l'exacte ressemblance qu'il y a entre elle & l'aurore boréale, qui est dans les cieux, on ne peut s'empêcher d'être entièrement persuadé que l'aurore boréale est un phénomène électrique, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus. Tous ceux qui ont vu cette expérience imitative que j'ai imaginée, il y a déjà plusieurs années, en sont entièrement convaincus. Plusieurs savans distingués ont adopté l'explication que j'ai donnée de l'aurore boréale. Je pourrois citer ici un grand nombre de témoignages d'approbation, si je ne craignois de donner trop d'étendue à cet article; je me bornerai à un seul.

En parlant de l'aurore boréale, M. Hervielle dit: « Je ne connois que M. l'abbé Bertholon qui ait traité cette matière avec l'étendue qu'elle mérite, dans son *électricité des météores*. La méthode de ce célèbre physicien me paroît mériter les plus grands éloges. Son explication renferme un très-grand nombre d'idées heureuses, de principes clairs, vrais, & d'une application facile. Ses expériences imitatives sont très-ingénieuses & remplissent à merveille leur but. » *Journal de physique, juin 1790, pag. 443.*

AURUM MUSIVUM, *or musif, or de mosaïque.* Cette préparation chimique a tiré son nom de sa belle couleur d'or, & de l'emploi qu'on en a fait pour dorer, pour enluminer, pour peindre les verres & faire du papier doré. Depuis on l'a employé à la place de l'amalgame électrique pour donner plus de force à la machine électrique, & pour cet effet, on en frotte les coussins. Comme il est à propos qu'un physicien sache faire l'*aurum musivum*, nous allons donner ici quelques procédés, en indiquant ceux qui ont paru les meilleurs.

Kunkel, dans le livre III de l'art de la verrerie, dit qu'on le compose en prenant parties égales d'étain, de vif argent, de soufre & de sel ammoniac. On fait d'abord fondre l'étain sur le feu, & après l'avoir retiré du feu, on y verse le mercure ou vif argent, & on laisse réfroidir ce mélange; ensuite on fait fondre le soufre, on y mêle le sel ammoniac bien pulverisé; on les laisse refroidir, & on les broye avec soin. Ces opérations faites, on mêle ensemble ces deux mixtes le plus exactement qu'il est possible, & on les réduit en poudre fine; après on place le tout dans un fort matras, à long cou, qui sera bien luté par le bas. On observera que le matras ait une assez grande capacité pour que les trois quarts demeurent vuides; on bouchera l'ouverture avec un simple cornet de papier pour empêcher la fumée de sortir; on met ensuite le matras au feu de sable, ou sur les cendres chaudes; on donne un feu doux qu'on augmente par degrés jusqu'à ce que le matras rougisse; on ôte le bouchon, & s'il ne vient point de fumée, on laisse le tout trois ou quatre heures dans une chaleur égale, & vous obtiendrez un très-bel *aurum musivum*

Il y en a qui ont substitué au mercure du bismuth.

Voici le procédé de M. le marquis de Bullion. On fait fondre l'étain dans un creuset, on verse dessus le mercure qu'on a fait chauffer dans un autre creuset; on agite le mélange & on le verse encore chaud dans un mortier de fer après l'avoir pulverisé; on y ajoute le sel ammoniac pulvérisé; on triture le mêlange jusqu'à exacte combinaison; on introduit ce mêlange dans un matras à long col, de la capacité dont on a parlé ci-dessus, & on bouche l'ouverture avec un tampon de papier; après on place le matras dans un bain de sable jusqu'au trois quarts de la hauteur de la boule du matras.

Il faut commencer à échauffer, par un feu gradué, qu'on augmentera jusqu'à faire rougir obscurement le fond du bain de sable, & on soutient le feu pendant trois heures. Une odeur de foie de souffre insupportable se dégage au commencement de l'opération; il se sublime du soufre, du sel ammoniac, du cinabre & un peu de sublimé corrosif.

Les vaisseaux étant réfroidis & le matras cassé, il s'en exhale une odeur suffoquante d'acide sulfureux, & l'*aurum musivum* occupe le fond du ballon.

M. de Bullion a prouvé, d'après plusieurs expériences, 1°. qu'on peut diminuer la quantité de soufre & celle du sel ammoniac, & qu'il suffit d'employer huit onces d'étain amalgamé avec huit onces de mercure, six onces de soufre & quatre onces de sel ammoniac. 2°. Que, après l'opération, l'aurum musivum ne contient que du soufre combiné avec l'étain. 3°. Que si l'étain a été dissous par l'acide marin, ensuite précipité par le natron, l'espèce de chaux qu'on obtient étant mêlée avec du soufre, ensuite exposée à l'action du feu, produit le plus bel *aurum musivum*; mais que cet aurum musivum n'étoit point propre à augmenter l'activité des machines électriques; dans cette expérience, on a employé huit onces de précipité d'étain & quatre onces de fleurs de soufre; mais ayant ensuite ajouté à un nouveau mêlange un quart de soufre, l'*aurum musivum* obtenu a donné beaucoup d'activité aux machines électriques. 4°. Enfin, que le mercure n'est pas partie constituante de l'*aurum musivum*, & qu'il n'y a que le soufre & l'acide marin qui contribuent à donner à l'étain cette belle couleur d'or, & la propriété de donner de l'activité aux machines électriques.

Le procédé suivant, qui eſt ſimple, m'a très-bien réuſſi : il faut chauffer, dans une cuiller de fer, ſept onces d'étain, ſur lequel on verſera, lorſqu'il ſera fondu, ſept onces de mercure ; laiſſez réfroidir cet amalgame, on le triture dans un mortier avec cinq onces de fleurs de ſoufre & trois onces de ſel ammoniac. Mettez le mélange dans un matras, dont la moitié reſte vuide ; placez ce matras dans un creuſet, que vous emplirez de ſable ; expoſez le creuſet au milieu des charbons ardens, & le chauffez cinq ou ſix heures, de manière à le faire rougir ; retirez le matras du feu, & le caſſez lorſqu'il ſera ſec, vous y trouverez une matière douce au toucher & d'une belle couleur jaune.

On a obſervé que l'aurum muſivum, qui eſt brunâtre, entremêlé de petites paillettes jaunes, n'eſt pas de bonne eſpèce pour ranimer l'électricité ; car il contient des parties ammoniacales qui attirent l'humidité de l'air. Celui qui a une couleur jaune pâle, eſt ordinairement très-bon, ainſi qu'on l'a dit ; pour l'obtenir, M. l'abbé de Witri recommande de travailler à feu nud, au lieu d'opérer à tâtons dans des matras profondément enſeveli dans le bain de ſable : Voici ſon procédé.

Il place ſes vaiſſeaux, dont la ſurface eſt découverte immédiatement ſur le feu, & par ce moyen, voit continuellement ſa matière. Si on ne pouſſe pas ſuffiſamment le feu, on n'obtient que de la poudre brunâtre ; mais lorſque le feu a le degré d'activité convenable, la matière jaunit ; c'eſt alors le moment d'entretenir quelque temps le feu au même degré, afin que toute la maſſe ſe convertiſſe également en or muſif. Le tout étant réfroidi, lorſqu'on caſſe le vaiſſeau, l'on y trouve un culot d'or muſif de couleur de jaune pâle, qui paroît exempt de matières hétérogènes, propre à ranimer l'électricité.

M. de Vitri ſuit en grande partie les proportions obſervées par M. de Bullion dans la quantité de matière. Il emploie autant d'étain le plus fin que de mercure, un ſixième de moins de fleur de ſoufre & un quart de moins de bon ſel ammoniac. On ſera fondre dans un creuſet deux onces de très-bon étain ; lorſqu'il eſt en bain, on y verſera le même poids de mercure ; moyennant la précaution d'éviter que la matière ne ſaute au viſage en couvrant le creuſet d'un vaſe percé par le fond, auquel étant adapté un entonnoir de verre par où l'on verſe le mercure, la matière qui pour lors s'élève, retombant ſur elle-même, ceſſe d'être dangereuſe, l'on jette enſuite l'amalgame chaud dans un mortier, on le pile exactement, enſuite on y mêle une once & demie de fleur de ſoufre, & aux environs d'une once de ſel ammoniac en poudre fine, l'on triture le tout à l'aide d'un pilon, & puis on introduit cette poudre devenue griſâtre dans une phiole de verre mince, de telle manière que les trois quarts de ſa capacité demeurent vuides ; ſi la bouteille a un fond rentrant, on la remplit d'un lut fait de terre graſſe détrempé, & d'un peu de ſable & de limaille de fer ; l'on fait chauffer doucement cette boule ſur un petit réchaud ordinaire, contenant quelques braiſes foiblement allumées. Bientôt l'on voit des vapeurs blanches & rutilantes s'échapper par le col de la bouteille, & un peu de cinabre y adhérer intérieurement. Lorſque les vapeurs ſont diſſipées, on augmente le feu, de manière que le fond du vaiſſeau rougiſſe l'eſpace d'une heure à un degré aſſez égal ; bientôt l'on voit la matière jaunir & ſe convertir en or muſif de couleur jaune pâle, ſi l'on veut ſe contenter de cet or, il n'y a qu'à laiſſer réfroidir le tout, on le trouvera en culot au fond du vaiſſeau ; mais ſi l'on préfère de l'avoir parfaitement ſublimé, il faut pouſſer graduellement le feu, & n'arrêter l'opération que lorſqu'on voit la végétation métallique ou aurifique s'élever ſur les parois intérieures de la bouteille.

Dans la deſcription de la machine électrique poſitive & négative de M. Nairne, on trouve un nouveau procédé que nous allons rapporter, afin que les phyſiciens puiſſent s'exercer à cette opération, & comparer les réſultats des méthodes, qui ſont toutes bonnes à la vérité ; car les divers *aurum muſivum* donnent de l'énergie aux machines électriques ; mais il y en a qui, dans certaines circonſtances, paroiſſent fournir une activité plus grande au fluide électrique. Pour dire ce que l'expérience m'a appris, j'ajouterai qu'il n'eſt pas aiſé d'obtenir conſtamment dans une méthode de l'*aurum muſivum*, également beau & bon ; cela dépend des coups de feu, trop forts ou trop foibles, trop longs ou trop courts ; qu'il faut choiſir avec ſoin les morceaux les plus homogènes & les moins cellulaires, & que ſi on fait ces conſidérations, on ſe trouvera fort embarraſſé de prononcer ſur la préférence. Quoiqu'il en ſoit, donnnons la dernière compoſition dont nous venons de parler.

Prenez deux onces d'étain, le plus pur, faites-le fondre dans un creuſet ; dans cet état de fuſion, ajoutez-y quatre onces de fleur de ſoufre, remuez avec un tube de verre, toute cette matière étant nuiſible, couvrez votre creuſet, & laiſſez-le au feu encore cinq minutes ; retirez-le après cet eſpace de temps, pour le laiſſer refroidir ; mettez la maſſe en poudre dans un mortier de fonte, paſſez au tamis de ſoie, & ajoutez une once de ſel d'étain, préparé par l'eſprit de ſel, réduit en poudre, mêlez le tout très-exactement, alors mettez & taſſez cette poudre dans un matras à long col, dont le cul & la moitié du col ſoient lutés de terre à four ; bouchez le matras avec un bouchon de papier, mettez

mettez le col du matras sur un lit de sable dans un creuset, ou un pot de terre qui supporte l'action du feu; entourez de sable ce matras, & mettez le pot au milieu des charbons noirs, allumez alors doucement votre feu sous le manteau d'une cheminée, par rapport aux vapeurs sulphureuses & à l'esprit de sel qui se dégagent, & continuez votre feu jusqu'à ce que les vapeurs ne se dégagent plus avec rapidité; faites rougir le pot & maintenez-le dans cet état une heure; alors retirez les charbons & laissez refroidir doucement. En cassant le matras, vous trouverez au fond un pain d'or musif, d'une couleur jaune. On y peut ajouter du sublimé corrosif, comme sel contenant de l'acide marin, mais il faut se méfier de l'explosion volcanique qui arrive alors, & il est toujours bon de laisser exposé le mélange à l'air libre, pendant une heure, dans un mortier de fonte, afin que cette inflammation spontanée ait lieu avant que la matière soit mise dans le matras, ce qui le feroit casser; si elle a lieu dans le mortier, il ne faut pas s'y opposer, il s'agit seulement de couvrir le mortier avec une assiette; au bout d'une heure la combinaison naturelle étant achevée, on peut employer la matière & la mettre dans le matras. Le sel ammoniac & le mercure qu'on y ajoute ordinairement tendent à le rendre beau; mais alors il est moins doux & moins bon comme amalgame; car le sel ammoniac & le mercure n'agissent que comme corps intermédiaires qui, en se sublimant, laissent des pores & des interstices qui rendent le grain de l'or musif plus brillant, mais moins bon pour amalgamer, à cause que les petites écailles ne crayonnent pas sur le cuir.

On a recommandé, jusqu'à présent, d'employer l'*aurum musivum* de la manière suivante, qui consiste à frotter légèrement de suif les coussins de la machine électrique; ensuite de passer plusieurs fois un morceau de cet aurum sur toute la surface des coussins, jusqu'à ce qu'elle en soit toute couverte.

Mais on a vu, à l'article amalgame, qu'à la place d'un mordant gras, il valoit mieux employer une couche d'empois qu'on laissera sécher.

AUSTRAL. *Australis*, méridional, tire son origine d'*auster*, vent du midi. On dit *pôle austral*, pour désigner le pôle du sud, le pôle méridional; *hémisphère austral*, celui qui est du côté du midi, entre le pôle sud & l'équateur; *signes australs* ou méridionaux, les six signes du zodiaque qui sont au midi de l'équateur.

AUSTRAL. (*Hémisphère*) (*Voyez*) HÉMISPHÈRE MÉRIDIONAL.

AUSTRAL. (*Poisson*) Constellation. (*Voyez* POISSON AUSTRAL).

AUSTRAL. (*Triangle*) Constellation (*Voyez* TRIANGLE AUSTRAL).

AUSTRALE. (*Aurore*) (*Voyez* AURORE AUSTRALE).

AUSTRALE. (*Couronne*) (*Voyez* COURONNE AUSTRALE, qui est une constellation).

AUTEL. C'est une des constellations de l'hémisphère méridional céleste; selon la mithologie, les Dieux étant en guerre avec les Titans, firent construire, par Vulcain, un autel sur lequel ils se lièrent par serment, & cet autel fut mis au nombre des constellations. Ce groupe d'étoiles, qu'on nomme autel, est dans la voie lactée, entre l'équerre, la règle & le télescope, au-dessus du triangle austral & au-dessous du scorpion, comme on le verra en ayant sous les yeux un globe céleste, un planisphère quelconque, ou des cartes célestes. L'abbé de la Caille, dans les Mémoires de l'Académie des sciences, année 1752, *planche* 20, en a donné une très-bonne figure. La principale étoile de l'*autel* est de troisième grandeur; selon M. de la Lande, elle avoit, en 1750, 258 degrés 8 minutes 25 secondes d'ascension droite, & 49 degrés 38 minutes 31 secondes de déclinaison australe. Cette constellation est composée de 7, ou 8 ou 12 étoiles, suivant divers astronomes.

AUTOMATE. On doit entendre, par ce mot, une machine représentant une figure humaine ou celle de quelqu'animal, qui renferme en elle-même le principe de ses mouvemens; de telle sorte qu'après avoir été montée, elle n'ait besoin, pour agir, d'aucun secours étranger. Il y en a qui ont défini l'automate une machine qui est mise en jeu par des ressorts, des poids ou autre puissance, & qui a en elle-même le principe de son mouvement. En ce sens, les montres, les horloges, les sphères mouvantes, les tableaux mouvans & toutes les machines qui sont mues par des ressorts, &c., seroient des automates; mais l'usage nous paroît avoir restreint la signification d'AUTOMATE, aux machines qui, ayant la forme de l'homme ou des animaux, & contenant un moteur intérieur & mécanique, exécute des mouvemens & des opérations qui sont propres à l'homme ou aux animaux. Les montres & les horloges doivent être rangées parmi les machines composées.

Les anciens, s'il faut en croire l'histoire, ont imaginé & exécuté des automates; Architas, philosophe grec, fit un pigeon automate qui imitoit le vol des oiseaux, soutenoit son vol assez long-temps & s'abattoit ensuite avec facilité, & ces effets étoient produits par le moyen d'un ressort disposé avec art dans l'intérieur du corps. Albert-le-Grand construisit un automate de figure d'homme, qui parloit & qui alloit ouvrir la porte lorsqu'on frappoit.

Les modernes ont rendu probable, par leurs ouvrages, ce qu'on avoit dit des automates anciens; & il les ont de beaucoup surpassé. M. de Vaucanson, sur-tout, & ceux qui sont venus après lui ne laissent aucun doute sur cet objet. Nous parlerons des uns & des autres.

M. de Vaucanson, en 1738, fit voir à Paris

son *flûteur automate*, qui jouoit avec une précision surprenante, une suite d'airs différens, par le moyen du mouvement des lèvres & par celui des doigts. En 1741, il montra son *joueur de tambourin* qui, en faisant usage de la bouche & d'une de ses mains, jouoit du flageolet, & de l'autre du tambourin. Le *canard automate*, parut en même temps : il prenoit du grain avec le bec, l'avaloit, le trituroit intérieurement, & le rendoit ensuite sous forme d'excrémens chauds & fumans. Une grande partie de l'Europe fut témoin, pendant les années suivantes, des effets étonnans de ces trois automates; par-tout on courut en foule pour voir ces prodiges de l'art, & on admira le genre créateur de ce célèbre méchanicien.

1°. Le flûteur automate, qui étonna même les plus habiles méchaniciens, produisoit un grand nombre de mouvemens très-variées, & jouoit une suite d'airs de flûte ; cependant, comme on le pense bien, tous ces mouvemens étoient déterminés & arrivoient dans des périodes de temps réglées; ils étoient exécutés avec une précision singulière & une imitation si parfaite des mouvemens du plus habile joueur de cet instrument (M. Blavet), qu'on sera charmé d'en trouver ici la description qui mérite d'être conservée.

La figure de cet automate étoit de cinq pieds & demi de hauteur environ, assise sur un bout de roche, placé sur un piédestal carré, de quatre pieds & demi de haut, sur trois pieds & demi de large.

A la face antérieure du piédestal (le panneau étant ouvert), on voit à la droite un mouvement qui, à la faveur de plusieurs roues, fait tourner en-dessous un axe d'acier de deux pieds six pouces de long, coudé en six endroits dans sa longueur, par égale distance, mais en sens différens. A chaque coude sont attachés des cordons qui aboutissent à l'extrémité des panneaux supérieurs de six soufflets de deux pieds & demi de long, sur six pouces de large, rangés dans le fond du piédestal, où leur panneau inférieur est attaché à demeure ; de sorte que l'axe tournant, les six soufflets se haussent & s'abaissent successivement les uns après les autres.

A la face postérieure, au-dessus de chaque soufflet, est une double poulie, dont les diamètres sont inégaux ; savoir, l'un de trois pouces & l'autre d'un pouce & demi, & cela pour donner plus de levée aux soufflets, parce que les cordons qui y sont attachés, vont se rouler sur le plus grand diamètre de la poulie, & ceux qui sont attachés à l'axe qui les tire, se roule sur le petit.

Sur le grand diamètre de trois de ces poulies du côté droit, se roulent aussi trois cordons qui, par le moyen de plusieurs petites poulies, aboutissent aux panneaux supérieurs de trois soufflets placés sur le haut du bâti, à la place antérieure & supérieure.

La tension qui se fait à chaque cordon, lorsqu'il commence à tirer le panneau du soufflet où il est attaché, fait mouvoir un lévier placé au-dessus entre l'axe & les doubles poulies, dans la région moyenne & inférieure du bâti. Ce lévier, par différens renvois, aboutit à la soupape qui se trouve au-dessous du panneau inférieur de chaque soufflet, & la soutient levée, afin que l'air y entre sans aucune résistance, tandis que le panneau supérieur, en s'élevant, en augmente la capacité. Par ce moyen, outre la force que l'on gagne, on évite le bruit que fait ordinairement cette soupape, causé par le tremblement que l'air occasionne en entrant dans le soufflet : ainsi, les neuf soufflets sont mus sans secousse, sans bruit, & avec peu de forces.

Ces neuf soufflets communiquent leur vent dans trois tuyaux différens & séparés; chaque tuyau reçoit celui de trois soufflets ; les trois qui sont dans le bas du bâti à droite, par la face antérieure, communiquent leur vent à un tuyau qui règne en devant sur le montant du bâti du même côté, & ces trois là sont chargés d'un poids de quatre livres. Les trois qui sont à gauche dans le même rang, donnent leur vent dans un semblable tuyau qui règne pareillement sur le montant du bâti du même côté, & ne sont chargés chacun que d'un poids de deux livres ; les trois qui sont sur la partie supérieure du bâti, du même côté, & ne sont chargés chacun que d'un poids de deux livres ; les trois qui sont sur la partie supérieure du bâti, donnent aussi leur vent à un tuyau qui règne horisontalement sous eux & en devant ; ceux-ci ne sont chargés que du poids de leur simple panneau.

Ces tuyaux, par différens coudes, aboutissent à trois petits réservoirs placés dans la poitrine de la figure. Là, par leur réunion, ils en forment un seul qui, montant par le gosier, vient, par son élargissement, former dans la bouche une cavité, terminée par deux espèces de petites lèvres qui posent sur le trou de la flûte ; ces lèvres donnent plus ou moins d'ouverture & ont un mouvement particulier pour s'avancer & se reculer. En dedans de cette cavité est une petite languette mobile qui, par son jeu, peut ouvrir & fermer le passage au vent que lui laissent les lèvres de la figure.

Voilà par quel moyen le vent a été conduit jusqu'à la flûte. Voici ceux qui ont servi à le modifier.

A la face antérieur du bâti à gauche, est un autre mouvement qui, à la faveur de son rouage, fait tourner un cylindre de deux pieds & demi de long sur soixante-quatre pouces de circonférence. Ce cylindre est divisé en quinze parties égales, d'un pouce & demi de distance. A la face postérieure & supérieure du bâti, est un clavier traînant sur ce cylindre, composé de quinze léviers très-mobiles, dont les extrémités du côté de dedans sont armées d'un petit bec d'acier qui répond à chaque division du cylindre ; à l'autre

extrémité de ces léviers sont attachés des fils & chaînes d'acier qui répondent aux différens réservoirs de vents, aux doigts, aux lèvres & à la langue de la figure. Ceux qui répondent aux différens réservoirs de vent, sont au nombre de trois; & leurs chaînes montent perpendiculairement derrière le dos de la figure jusques dans la poitrine où ils sont placés, & aboutissent à une soupape particulière à chaque réservoir ; cette soupape étant ouverte, laisse passer le vent dans le tuyau de communication qui monte, comme on l'a déja dit, par le gosier dans la bouche. Les léviers qui répondent aux doigts sont au nombre de sept, & leur chaîne montent aussi perpendiculairement jusqu'aux épaules, & là se coudent pour s'insérer dans l'avant-bras jusqu'au coude, où elles se plient encore pour aller le long du bras jusqu'au poignet; elles y sont terminées chacune par une charnière, qui se joint à un tenon que forme le bout du levier contenu dans la main, imitant l'os que les anatomistes appellent l'*os du métacarpe*, & qui, comme lui, forme une charnière avec l'os de la première phalange, de façon que la chaîne étant tirée, le doigt puisse se lever. Quatre de ces chaînes s'insèrent dans le bras droit, pour faire mouvoir les quatre doigts de cette main, & trois dans le bras gauche pour trois doigts, n'y ayant que trois trous qui répondent à cette main : chaque bout de doigt est garni de peau, pour imiter la molleffe du doigt naturel, afin de boucher le trou exactement. Les léviers du clavier qui répondent au mouvement de la bouche, sont au nombre de quatre; les fils d'acier qui y sont attachés, forment des renvois pour parvenir dans le milieu du rocher, en dedans, & là ils tiennent à des chaînes qui montent perpendiculairement & parallèlement à l'épine du dos dans le corps de la figure, & qui passent par le col, viennent dans la bouche s'attacher aux parties, qui font faire quatre différens mouvemens aux lèvres inférieures; l'un fait ouvrir les lèvres pour donner une plus grande issue au vent, l'autre la diminue en les rapprochant, le troisième les fait retirer en arrière, & le quatrième les fait avancer sur le bord du trou.

Il ne reste plus sur le clavier qu'un lévier, où est pareillement attachée une chaîne qui monte ainsi que les autres, & vient aboutir à la languette qui se trouve dans la cavité de la bouche, derrière les lèvres, pour emboucher le trou, comme on l'a dit ci-dessus.

Ces quinze léviers répondent aux quinze divisions du cylindre par les bouts où sont attachés les becs d'aciers, & à un pouce & demi de distance les uns des autres. Le cylindre venant à tourner, les lames de cuivre, placées sur ses lignes divisées, rencontrent les becs d'acier & les soutiennent levés plus ou moins long-temps, suivant que les lames sont plus ou moins longues ; & comme l'extrémité de tous ces becs forme entre eux une ligne droite, parallèle à l'axe du cylindre, coupant à angle droit toutes les lignes de divisions, toutes les fois qu'on placera à chaque ligne une lame, & que toutes leurs extrémités formeront entre elles une ligne également droite & parallèle à celle que forment les becs des léviers, chaque extrémité de lame (le cylindre retournant) touchera & soulevera dans le même instant chaque bout de lévier; & l'autre extrémité des lames formant également une ligne droite, chacune laissera échapper son lévier dans le même temps. On conçoit aisément par-là comment tous les leviers peuvent agir & concourir tous-à-la-fois à une même opération, s'il est nécessaire. Quand il n'est besoin de faire agir que quelques léviers, on ne place des lames qu'aux divisions où répondent ceux qu'on veut faire mouvoir; on en détermine même le temps, en les plaçant plus ou moins éloignées de la ligne que forment les becs; on fait cesser aussi leur action plus tôt ou plus tard, en les mettant plus ou moins longues.

L'extrémité de l'axe du cylindre du côté droit est terminée par une vis sans fin à simples filets, distans entre eux d'une ligne & demie, & au nombre de douze; ce qui comprend en tout l'espace d'un pouce & demi de longueur, égal à celui des divisions du cylindre.

Au-dessus de cette vis est une pièce de cuivre immobile solidement attachée au bâti, à laquelle tient un pivot d'acier, d'une ligne environ de diamètre, qui tombe dans une cannelure de la vis & lui sert d'écrou, de façon que le cylindre est obligé, en tournant, de suivre la même direction que les filets de la vis contenus par le pivot d'acier qui est fixe ; ainsi, chaque point du cylindre décrira continuellement, en tournant, une ligne spirale, & fera par conséquent un mouvement progressif de droite à gauche.

C'est par ce moyen que chaque division du cylindre, déterminée d'abord sous chaque bout de lévier, changera de point à chaque tour qu'il fera, puisqu'il s'en éloignera d'une ligne & demie, qui est la distance qu'ont les filets de la vis entre eux.

Les bouts des léviers attachées aux claviers, restant donc immobiles, & les points du cylindre auxquels ils répondent d'abord, s'éloignant à chaque instant de la perpendiculaire, en formant une ligne spirale qui, par le mouvement progressif du cylindre, est toujours dirigée au même point, c'est-à-dire, à chaque bout de lévier; il s'ensuit que chaque bout de lévier trouve à chaque instant des points nouveaux sur les lames du cylindre qui ne se répètent jamais, puisqu'elles forment entre elles des lignes spirales, qui forment douze tours sur le cylindre avant que le premier point de division vienne sous un autre lévier que celui sous lequel il a été déterminé en premier lieu.

C'est dans cet espace d'un pouce & demi qu'on place toutes les lames qui forment elles-mêmes les

lignes spirales, pour faire agir le lévier sous qui elles doivent toujours passer pendant les douze tours que fait le cylindre. A mesure qu'une ligne change pour son lévier, toutes les autres changent pour le leur; ainsi, chaque lévier à douze lignes de lames de soixante-quatre pouces de diamètre qui passent sous lui, & qui font entre elles une ligne de sept cent soixante-huit pouces de long; c'est sur cette ligne que sont placées toutes les lames suffisantes pour l'action du lévier durant tout le jeu.

Il ne reste plus qu'à faire voir comment tous ces différens mouvemens ont servi à produire l'effet qu'on s'est proposé dans cet automate, en les comparant avec ceux d'une personne vivante.

Est-il question de lui faire tirer du son de sa flûte & de former le premier ton, qui est le *re* d'en bas? on commence d'abord à disposer l'embouchure; pour cet effet, on place sur le cylindre une lame dessous le lévier qui répond aux parties de la bouche, servant à augmenter l'ouverture que font les lèvres. Secondement, on place une lame sous le lévier qui sert à faire reculer ces mêmes lèvres. Troisièmement ont place une lame sous le lévier qui ouvre la soupape du réservoir du vent qui vient des petits soufflets qui ne sont point chargés; on place en dernier lieu une lame sous le lévier qui fait mouvoir la languette pour donner le coup de langue; de façon que ces lames venant à toucher dans le même temps, les quatre léviers qui servent à produire les susdites opérations, la flûte sonnera le *re* d'en bas.

Par l'action du lévier qui sert à augmenter l'ouverture des lèvres, on imite l'action de l'homme vivant, qui est obligé de l'augmenter dans les tons bas. Par le lévier qui sert à faire reculer les lèvres, on imite l'action de l'homme, qui les éloigne du trou de la flûte, en les tournant en dehors. Par le lévier qui donne le vent provenant des soufflets qui ne sont chargés que de leur simple panneau, on imite le vent foible que l'homme donne alors, vent qui n'est pareillement poussé hors de son réservoir que par une légère compression des muscles de la poitrine. Par le lévier qui sert à faire mouvoir la languette, en débouchant le trou que forment les lèvres pour laisser passer le vent, on imite le mouvement que fait aussi la langue de l'homme, en se retirant du trou pour donner passage au vent, & par ce moyen lui faire articuler une telle note. Il résultera donc de ces quatre opérations différentes, qu'en donnant un vent foible & le faisant passer par une issue large, dans toute la grandeur du trou de la flûte, son retour produira des vibrations lentes, qui seront obligées de se continuer dans toutes les particules du corps de la flûte, puisque tous les trous se trouveront bouchés; & par conséquent la flûte donnera un ton bas; c'est ce qui se trouve confirmé par l'expérience.

Veut-on lui faire donner le ton au-dessus, savoir, le *mi*: aux quatre premières opérations pour le *re*, on en ajoute une cinquième: on place une lame sous le lévier, qui fait lever le troisième doigt de la main droite pour déboucher le sixième trou de la flûte, & on fait approcher tant soit peu les lèvres du trou de la flûte en baissant un peu la lame du cylindre qui tenoit le lévier élevé pour la note; savoir, le *re*: ainsi donnant plutôt aux vibrations une issue, en débouchant le premier trou du bout, la flûte doit sonner un ton au-dessus; ce qui est aussi confirmé par l'expérience.

Toutes ces opérations se continuent à-peu-près les mêmes, dans les tons de la première octave, où le même vent suffit pour les former tous; c'est la différente ouverture des trous, par la levée des doigts, qui les caractérise. On est seulement obligé de placer sur le cylindre des lames sur les léviers, qui doivent lever les doigts pour former tel ou tel ton.

Pour avoir les tons de la seconde octave, il faut changer l'embouchure de la situation, c'est-à-dire, placer une lame dessous le lévier, qui contribue à faire avancer les lèvres au-delà du diamètre du trou de la flûte, & imiter, par-là, l'action de l'homme vivant qui, en pareil cas, tourne la flûte un peu en dedans. Secondement, il faut placer une lame sous le lévier qui, en faisant rapprocher les deux lèvres, diminue leur ouverture; opération que fait pareillement l'homme quand il serre les lèvres pour donner une moindre issue au vent. Troisièmement, il faut placer une lame sous le lévier qui fait ouvrir la soupape du réservoir qui contient le vent provenant des soufflets chargés du poids de deux livres, vent qui se trouve poussé avec plus de force, & semblable à celui que l'homme vivant pousse par une plus forte compression des muscles pectoraux. De plus, on place des lames sous les léviers nécessaires pour faire lever les doigts qu'il faut. Il s'en suivra de toutes ces différentes opérations, qu'un vent envoyé avec plus de force, & passant par une issue plus petite, redoublera de vîtesse, & produira par conséquent les vibrations doubles, & ce sera l'octave.

A mesure qu'on monte dans les tons supérieurs de cette seconde octave, il faut de plus en plus serrer les lèvres, pour que le vent, dans un même temps, augmente de vîtesse.

Dans les tons de la troisième octave, les mêmes léviers qui vont à la bouche agissent comme dans ceux de la seconde, avec cette différence que les lames sont un peu plus élevées, ce qui fait que les lèvres vont tout-à-fait sur le bord du trou de la flûte, & que le trou qu'elles ferment devient extrêmement petit; on ajoute seulement une lame sous le lévier qui fait ouvrir la soupape, pour donner le vent qui vient des soufflets les plus chargés; savoir, du poids de quatre livres; par conséquent, le vent poussé avec une plus forte compression, & trouvant une issue encore plus petite,

augmentera de vîteſſe en raiſon triple : on aura donc la *triple octave.*

Il ſe trouve des tons dans toutes ces différentes octaves, plus difficiles à rendre les uns que les autres ; on eſt pour lors obligé de les ajuſter, en plaçant les lèvres ſur une plus grande ou une plus petite corde du trou de la flûte, en donnant un vent plus ou moins fort, ce que fait l'homme dans les mêmes tons où il eſt obligé de ménager ſon vent, & de tourner la flûte plus ou moins en dedans ou en dehors.

On conçoit facilement que toutes les lames placées ſur le cylindre ſont plus ou moins longues, ſuivant le temps que doit avoir chaque note, & ſuivant la différente ſituation où doivent ſe trouver les doigts pour les former ; ce qu'on ne détaillera point ici pour ne point donner à cet article trop d'étendue. On fera remarquer que dans les enflemens de ſon, il a fallu, pendant le temps de la même note, ſubſtituer imperceptiblement un vent foible à un vent fort, & à un plus fort un plus foible, & varier conjointement les mouvemens des lèvres, c'eſt-à-dire, les mettre dans leur ſituatiou propre pour chaque vent.

Lorſqu'il a fallu faire le doux, c'eſt-à-dire, imiter un écho, on a été obligé de faire avancer les lèvres ſur le bord du trou de la flûte, & envoyer un vent ſuffiſant pour former un tel ton ; mais dont le retour, par une iſſue auſſi petite, qui eſt celle de ſon entrée dans la flûte, ne peut frapper qu'une petite quantité d'air extérieur ; ce qui produit, comme on l'a dit ci-deſſus, ce qu'on appelle *écho.*

Les différens airs de lenteur & de mouvement ont été meſurés ſur le cylindre, par le moyen d'un lévier, dont une extrémité, armée d'une pointe, pouvoit, lorſqu'on frappoit deſſus, marquer ce même cylindre ; à l'autre bras du lévier étoit un reſſort, qui faiſoit promptement relever la pointe : on lâchoit le mouvement qui faiſoit tourner le cylindre avec une vîteſſe déterminée pour tous les airs ; dans le même temps une perſonne jouoit ſur la flûte l'air qu'on vouloit meſurer ; un autre battoit la meſure ſur le bout du lévier qui pointoit le cylindre, & la diſtance qui ſe trouvoit entre les points étoit la vraie meſure des airs qu'on vouloit noter ; on ſubdiviſoit enſuite les intervalles en autant de parties que la meſure avoit de temps.

Combien de fineſſe dans tout ce détail, diſoit M. Diderot ! que de délicateſſes dans toutes les parties de ce méchaniſme ! ſi cet article, au lieu d'être l'expoſition d'une machine exécuté, étoit le projet d'une machine à faire, combien de gens ne le traiteroient-ils pas de chimère ? quant à moi, il me ſemble qu'il faut avoir bien de la pénétration & un grand fond de méchanique pour concevoir la poſſibilité du mouvement des lèvres de l'automate, de la ponctuation du cylindre & d'une infinité d'autres particularités de cette deſcription. Si quelqu'un nous propoſe donc jamais une machine moins compliquée, telle que ſeroit celle d'un harmonomètre ou d'un cylindre diviſé par des lignes droites & des cercles dont les intervalles marqueroient les meſures, & percé ſur ces intervalles de petits trous, dans leſquels on pourroit inſérer des pointes mobiles qui, s'appliquant à diſcrétion ſur telles touches d'un clavier que l'on voudroit, exécuteroient telle pièce de muſique qu'on déſireroit, à une ou pluſieurs parties, alors gardons-nous bien d'accuſer cette machine d'être impoſſible, & celui qui la propoſe d'ignorer la muſique, nous riſquerions de nous tromper lourdement ſur l'un & l'autre cas.

Par cette deſcription, on voit combien peu étoit fondé le ſoupçon que pluſieurs perſonnes eurent les premiers jours où l'automate, joueur de flûte, fut montré au public. Elles s'étoient imaginé que ce n'étoit qu'une ſerinette ou une orgue d'Allemagne, enfermée dans le corps de la figure, dont les ſons ſortoient par la bouche de l'automate ; mais les plus incrédules furent bientôt convaincus que l'automate faiſoit réellement uſage de ſes lèvres pour l'embouchure de ſa flûte, que le vent, au ſortir de ſes lèvres, la faiſoit raiſonner, & que le mouvemeut des doigts étoit néceſſaire pour former les différens tons. La machine fut ſoumiſe à l'examen le plus ſcrupuleux & aux épreuves les plus déciſives ; il fut permis à tous les ſpectateurs de voir les reſſorts les plus cachés & d'en ſuivre le jeu. On interpoſa pluſieurs fois des feuilles de papier entre quelques doigts de l'automate, & les trous correſpondans de la flûte, & on s'aperçut que des tons n'avoient pas lieu, on eut recours à tous les moyens qu'on pût imaginer pour mettre la machine en défaut, & toujours elle ſortit victorieuſe de toutes les épreuves.

2°. Le ſecond *automate* eſt le *joueur de tambourin*, planté tout droit ſur ſon piédeſtal, habillé en berger danſeur, qui joue une vingtaine d'airs, menuets, rigodons, ou contredanſes.

On croiroit d'abord que les difficultés ont été moindres qu'au flûteur *automate* : mais, ſans vouloir élever l'un pour rabaiſſer l'autre, il faut faire attention qu'il s'agit de l'inſtrument le plus ingrat & le plus faux par lui-même, qu'il a fallu faire articuler une flûte à trois trous, où tous les tons dépendent du plus ou moins de force du vent, & de trous, bouchés à moitié, qu'il a fallu donner tous les vents différens, avec une vîteſſe que l'oreille a de la peine à ſuivre, donner des coups de langue à chaque note, juſques dans les doubles croches, parce que cet inſtrument n'eſt point agréable autrement. L'*automate* ſurpaſſe en cela tous nos joueurs de tambourin, qui ne peuvent remuer la langue avec aſſez de légèreté, pour faire une meſure entière de doubles croches, toutes articulées, ils en coulent la moitié, & ce tambourin

automate joue un air entier avec des coups de langue à chaque note.

Quelle combinaison de vent n'a-t-il pas fallu trouver pour cet effet? l'auteur a fait aussi des découvertes dont on ne se seroit jamais douté; auroit-on cru que cette petite flûte est un des instrumens à vent qui fatigue le plus la poitrine des joueurs? les muscles de leur poitrine font un effort équivalent à un poids de cinquante-six livres, puisqu'il faut cette même force de vent, c'est-à-dire, un vent poussé par cette force ou cette pesanteur, pour former le *si* d'en haut qui est la dernière note où cet instrument puisse s'étendre: une once seule fait parler la première note qui est le *mi*: que l'on juge quelle division de vent il a fallu faire pour parcourir toute l'étendue du flageolet provençal.

Ayant si peu de positions de doigts différentes, on croiroit peut-être qu'il n'a fallu de différens vents, qu'autant qu'il y a de différentes notes; point du tout, le vent qui fait parler, par exemple, le *re* à la suite de l'*ut*, le manque absolument quand le même *re* est à la suite du *mi* au-dessus & ainsi des autres notes.

Qu'on calcule, on verra qu'il a fallu le double de différens vents, sans compter les dièses pour lesquels il faut toujours un vent particulier. L'auteur a été lui-même étonné de voir cet instrument avoir besoin d'une combinaison si variée, & il a été plus d'une fois prêt à désespérer de la réussite; mais le courage & la patience l'ont enfin emporté.

Ce n'est pas tout: ce flageolet n'occupe qu'une main, l'*automate* tient de l'autre une baguette, avec laquelle il bat du tambour de Marseille; il donne des coups simples & doubles, fait des roulemens variés à tous les airs qu'il joue avec son flageolet de l'autre main. Ce mouvement n'est pas un des plus aisés de la machine; il est question de frapper tantôt plus fort, tantôt plus vîte, & de donner toujours un coup sec pour tirer du son du tambour. Cette mécanique consiste dans une combinaison infinie de léviers & de ressorts différens, tous mus avec assez de justesse pour suivre l'air; ce qui seroit trop long à détailler. Enfin, cette machine a quelque ressemblance avec celle du flûteur, mais elle a été construite par des moyens différens.

3°. Le troisième *automate* est le canard: cet automate admirable prenoit du grain avec le bec, l'avaloit, le trituroit, & le rendoit ensuite par les voies ordinaires, dans l'état apparent d'un grain digéré.

Dans son canard, M. de Vaucanson représente le mécanisme des viscères destinés aux fonctions du boire, du manger & de la digestion; le jeu de toutes les parties nécessaires à ces actions y est exactement imité: il allonge son cou pour aller prendre du grain dans la main, il l'avale, le digère, & le rend par les voies ordinaires tout digéré; tous les gestes d'un canard qui avale avec précipitation, & qui redouble de vitesse, dans le mouvement de son gosier, pour faire passer son manger jusque dans l'estomac, y sont copiés d'après nature! l'aliment y est digéré comme dans les vrais animaux; par dissolution, & non par trituration; la matière digérée dans l'estomac est conduite par des tuyaux, comme dans l'animal, par ses boyaux, jusqu'à l'anus, où il y a un sphincter qui en permet la sortie.

L'auteur ne donne pas cette digestion pour une digestion parfaite, capable de faire du sang & des sucs nourriciers pour l'entretien de l'animal; on auroit mauvaise grace de lui faire ce reproche; il ne prétend qu'imiter la mécanique de cette action en trois choses, qui sont: 1°. d'avaler le grain; 2°. de le macérer, cuire ou dissoudre; 3°. de le faire sortir dans un changement sensible.

Il a fallu cependant des moyens pour les trois actions, & ces actions mériteront peut-être quelqu'attention de la part de ceux qui demanderoient davantage. Il a fallu employer différens expédiens pour faire prendre le grain au canard artificiel, le lui faire aspirer jusque dans son estomac, & de-là, dans un petit espace, construire un laboratoire chymique, pour en décomposer les principales parties intégrantes, & le faire sortir à volonté par des circonvolutions de tuyaux, à une extrémité de son corps toute opposée.

On ne croit pas que les anatomistes aient rien à désirer sur la construction de ses ailes: on a imité os par os, toutes les éminences qu'ils appellent *apophyses*; elles y sont si régulièrement observées, comme les différentes charnières, les cavités, les courbes; les trois os qui composent l'aile y sont très-distinctes: le premier, qui est l'*humerus*, a son mouvement de rotation en tous sens, avec l'os qui fait l'office d'omoplate; le second, qui est le *cubitus* de l'aile, a son mouvement avec l'*humerus*, par une charnière, que les anatomistes appellent par *ginglyme*; le troisième, qui est le *radius*, tourne dans une cavité de l'*humerus*, & est attaché par ses autres bouts aux petits os du bout de l'aile, de même que dans l'animal.

Pour faire connoître que les mouvemens de ces ailes ne ressemblent point à ceux que l'on voit dans les grands chef-d'œuvres du coq de l'horloge de Lyon & de Strasbourg, toute la mécanique du canard artificiel a été vue à découvert; le dessein de l'auteur ayant été plutôt de démontrer que de montrer simplement une machine.

Les personnes attentives sentiront la difficulté qu'il y a eu de faire faire à cet *automate* tant de mouvemens différens; comme lorsqu'il s'élève sur ses pattes & qu'il porte son cou à droite & à gauche; elles connoîtront tous les changemens des différens points d'appui; elles verront même que ce qui servoit de point d'appui à une partie mobile devient à son tour mobile sur cette partie, qui de-

vient fixe à son tour; enfin, elles découvriront une infinité de combinaisons mécaniques. Toute cette machine joue sans qu'on y touche, quand on l'a montée une fois. On oublioit de dire que l'animal boit, barbotte dans l'eau, croasse comme le canard naturel; enfin, l'auteur a tâché de lui faire produire tous les gestes d'après ceux de l'animal vivant, qu'il a considéré avec attention.

Après que ces automates eurent fait en France l'admiration de la capitale & de plusieurs provinces, on les transporta en Angleterre & ensuite en Allemagne. Depuis long-temps on ignoroit ce qu'ils étoient devenus, & ce n'est qu'en 1787 environ qu'on a été instruit de leur sort. On en a l'obligation à M. Nicolaï; cet auteur s'exprime ainsi dans son voyage allemand de Berlin en Allemagne & en Suisse: « Où croyez-vous qu'il faille chercher le *flûteur automate*, le *canard artificiel* & le *provençal*, de feu M. Vaucanson? à Nuremberg, dans le comptoir de la maison PFLUGER, & dans des caisses qui n'ont point été ouvertes depuis long-temps. La destinée de ces trois chefs-d'œuvres est trop singulière pour ne pas chercher à satisfaire la curiosité des lecteurs.

Vacanson fit voir ces automates à Paris, vers Pâques, en 1738, après avoir été admirés dans le reste de la France & en Angleterre, je ne sais par quel hasard, ils tombèrent entre les mains d'un certain Dumoulin, orfèvre de profession, mais mécanicien par goût, il passa avec ces figures en Allemagne, où il les montra pour de l'argent. En 1752 ou 1753, il étoit à Nuremberg; il cherchoit à s'en défaire, & les offrit en 1754, au margrave de Bareilli; mais le marché ne fut pas conclu. Dumoulin, qui s'étoit endetté, alla en 1755 à Pétersbourg, comptant pouvoir y vendre avantageusement ses automates, qu'il avoit laissés, en attendant, bien empaquetés, à Nuremberg, pour servir de caution à ses créanciers; il ne les vendit point, il fut nommé maître des machines à Moscou, où il est mort en 1765. Depuis ce temps, les figures sont restées chez le banquier, dans l'état où il les avoit laissées. On en a fait aucun usage; & on vouloit les livrer au premier qui auroit remboursé à ce comptoir trois mille florins, somme à laquelle se montoient les avances faites pour Dumoulin

4°. M. de Vaucanson avoit encore imaginé un automate fabricant, propre à faire des pièces d'étoffes de soie, en satin ou en taffetas de la meilleure qualité & de la plus grande perfection. Tout le mécanisme y étoit à découvert; on voyoit le jeu des listes qui ouvroient la chaîne, le mouvement alternatif de la navette qui couchoit la trame, celui du peigne qui frappoit l'étoffe, le mouvement du rouleau sur lequel se plioit l'étoffe, à mesure qu'elle se fabriquoit; enfin, tous les léviers, toutes les courbes, toutes les cordes qui produisoient les mouvemens étoient mis en jeu par un moteur. Il n'y avoit qu'une femme pour rénouer les fils qui se cassoient par fois, & après les avoir raccommodés, elle retiroit le bouton, & le métier reprenoit son jeu. Le moteur que M. de Vaucanson avoit employé dans cette occasion, étoit un âne qui, attelé à un cabestan, tournoit, en se servant de poids et de ressorts, l'effet eût été le même.

L'année suivante, M. de Vaucanson parvint à faire fabriquer, par son automate où par sa machine, des étoffes façonnés. Le moyen qu'il employa alors pour faire exécuter des fleurs sur son étoffe étoit très-ingénieux. Le métier alloit, en quelque sorte, sans secours étranger. L'âne, en marchant seulement, donnoit le mouvement à la machine. Tout le monde pu voir les ressorts de la machine, examiner la combinaison des différentes pièces, et en considérer le jeu depuis le premier jusqu'aux derniers mobile. Voyez la notice historique de M. VAUCANSON, on y lira que cet ingénieux mécanicien avoit encore imaginé de construire un automate, dans lequel devoit s'opérer tout le mécanisme de la circulation du sang.

5°. On peut rapporter aux automates le tableau mouvant du père Sébastien Truchet, de Lyon. Ce célèbre mécanicien avoit fait un tableau mouvant qui représentoit un opéra en cinq actes; on y voyoit un très-grand nombre de figures qui représentoient des drames complets, des pièces pantomimes, comme on l'a vu depuis sur nos grands théâtres, et qui exprimoient, par leurs gestes et leurs mouvemens, toutes les actions relatives à l'objet qu'on avoit voulu mettre en scène. Ce qui augmentoit les difficultés de l'exécution, c'est que, à chaque acte, il y avoit des changemens de décoration, que les figures étoient très-petites et que la machine entière n'avoit que seize pouces quatre lignes de longueur sur treize pouces quatre lignes de hauteur, et un pouce trois lignes d'épaisseur.

6°. Le concert mécanique de M. Richard mérite d'être cité; il fit voir à Paris, au commencement de l'année 1771, quatre figures automates de grandeur naturelle, qui exécutoient un concert. La première étoit celle d'une jeune musicienne assise, qui touchoit du clavecin & de l'orgue ensemble & séparément, & s'accompagnoit aussi de temps en temps de la voix. Elle étoit accompagnée par deux autres automates, dont l'un représentoit un jeune homme debout, qui jouoit du violon, et l'autre personnage jouoit de la basse; mais tous les deux tiroient eux-mêmes de leurs instrumens des sons par le mouvement de l'archet & des doigts. Un amour qui imitoit parfaitement la nature, étoit placé debout derrière un pupitre, battoit la mesure, et tournoit à propos les feuillets.

Ensuite, on voyoit un jeune berger automate, jouant de la flûte, il étoit accompagné du chant de deux oiseaux; on y voyoit encore, dans une cage, un serin artificiel qui siffloit plusieurs airs & imitoit parfaitement les mouvemens et la voix de ces petits animaux, comme les grandes figures automates.

imitoient les mouvemens des mains, des doigts, de la tête, des yeux, des paupières, de la bouche et de la reſpiration, de manière à rendre l'illuſion complète.

7°. Les automates de M. Droz furent vus à Paris en 1782. La première figure automate repréſentoit une fille de dix à douze ans, qui touchoit un clavecin organiſé. Son corps, ſa tête, ſes yeux, ſes bras & ſes doigts avoient divers mouvemens naturels, la tête et les yeux étant mobiles en tout ſens, elle portoit alternativement ſes regards ſur ſa muſique et ſur ſes doigts; elle n'exécutoit pas ſeulement un air, mais pluſieurs, & toujours avec beaucoup de préciſion. A la fin de chaque air, elle faiſoit une révérence à la compagnie par une inclination de corps et un mouvement de tête. On voyoit de temps en temps ſa gorge s'enfler, s'abaiſſer alternativement & ſi régulièrement, qu'on auroit cru qu'elle reſpiroit.

La ſeconde pièce étoit un *automate deſſinateur*, ou figure d'enfant, aſſis ſur un tabouret, & deſſinant ſur un pupitre, placé devant lui différens ſujets, tels que les portraits du roi, de la reine, &c. Cet automate exécutoit proprement pluſieurs deſſeins, dont il crayonnoit d'abord les premiers traits, en obſervant les pleins & les déliés, enſuite les ombres; il retouchoit enſuite ſon ouvrage; & pour cet effet, il écartoit de temps en temps la main, comme pour voir plus a découvert ce qu'il avoit fait. Les divers mouvemens des yeux & de la main, imitoient exactement la nature.

La troiſième pièce offroit un oiſeau dans une cage, dont les parties principales du corps paroiſſoient animées; les mouvemens du bec, du jabot, de la queue, des ailes & du corps entier ſembloient ſi naturels, qu'on avoient de la peine à ſe perſuader que ce n'étoit pas un oiſeau vivant. L'oiſeau ſiffloit ſon chant naturel, et imitoit encore le chant du ſerin, du chardonneret, et en quelque ſorte celui de l'alouette. A chaque ſon, on voyoit le bec ſe mouvoir, & le goſier s'enfler; c'étoit cependant de la baſe de la cage que les ſons partoient réellement. Cet oiſeau ſe mouvoit ſur ſa perche en tous ſens, & par inrervalles, il paroiſſoit s'élancer d'une perche à l'autre ſi promptement & ſi exactement que l'œil le plus ſubtil avoit peine d'apercevoir la pièce de fer en lévier ſur laquelle il étoit fixé & qui ſe mouvoit réellement.

M. de Kempelen, ayant vu, à Vienne en Autriche, un françois (M. Pelletier) qui, devant l'impératrice-reine, avoit fait quelques jeux magnétiques, qui lui donnèrent l'idée d'un *automate, joueur d'échec*, chercha à l'exécuter, à l'imiter, & parut avoir perfectionné ce genre de machine. Il fit voir à Paris, en 1783, cette figure, depuis le mois d'avril juſqu'au mois d'août ſuivant. Cette automate, habillé en turc, étoit aſſis devant un bureau de trois pieds & demi, qui portoit ſur quatre roulettes. On le faiſoit mouvoir, ainſi que le bureau, devant les ſpectateurs, & on ouvroit l'un & l'autre pour montrer les rouages & le cylindre, qu'on diſoit mouvoir le bras du joueur. Ce bras ſe levoit lentement, avançoit juſque ſur la pièce du jeu d'échec qu'il devoit prendre, ouvroit les doigts pour la ſaiſir, l'enlevoit, la tranſportoit, et la poſoit ſur la caſe où il falloit la placer; le bras ſe retiroit enſuite, & ſe repoſoit ſur un couſſin.

A chaque coup de l'adverſaire qui jouoit avec l'automate, celui-ci remuoit la tête, & porcouroit des yeux tout l'échiquier; lorqu'il faiſoit échec, il inclinoit la tête pour avertir le joueur. Si ce dernier faiſoit une fauſſe marche, l'automate prenoit la pièce & la remettoit à ſa place, en branlant la tête. Je l'ai vu jouer contre un des meilleurs joueurs d'échecs de Paris, & le gagner.

Cet automate ne ſe bornoit pas à des parties d'échecs, il faiſoit parcourir au cavalier toutes les caſes de l'échiquier, le cavalier ayant été placé par un des ſpectateurs, ſur une caſe à ſon gré.

Je lui ai auſſi vu répondre à toutes les queſtions qu'on lui faiſoit, au moyen d'un tableau des vingt-quatre lettres de l'alphabet, placé devant lui, & ſur lequel il indiquoit ſucceſſivement avec les doigts, toutes les lettres qui formoient ſa réponſe.

Nous ne penſons point que le joueur d'échec fût un véritable automate, & il eſt impoſſible qu'aucun reſſort intérieur ait jamais pu produire les effets qu'on remarquoit en lui; car il eſt de principe, & le ſimple bon ſens le démontre, que toute machine ne peut produire que des mouvemens déterminés & relatifs aux reſſorts qu'on emploie, & non des mouvemens correſpondans à une ſuite de volontés qui n'a pu être prévue par le mécanicien. Celui-ci ignorant donc quelle ſeroit la marche des pièces que joueroit l'adverſaire, n'a donc pu arranger en conſéquence les reſſorts de la machine. Ce raiſonnement eſt ſi évident que nous croyons ſuperflu d'en ajouter d'autres ou même de le développer.

L'automate ne joue point réellement par un principe intérieur de mouvement placé dans lui; la ſérie des mouvemens qu'il paroît produire, dépend uniquement de l'influence du mécanicien ſur l'automate, pendant qu'il joue; & le ſeul art de cette machine conſiſte dans l'adreſſe avec laquelle M. Kempelen cachoit la manière dont il influoit ſur ſon automate, ce qu'on n'a encore pu deviner. Quelqu'un a ſoupçonné qu'un aimant, caché dans la poche des deux perſonnes qui, de temps en temps, s'approchoient de l'automate, faiſoit lever ou fermer une détente, & que le cylindre qui étoient dans le bureau avec une eſpèce de pantographe, faiſoit tout le reste. Mais un aimant ordinaire, comme celui qui auroit pu être dans la poche, ne nous paroît pas avoir aſſez de force pour agir ſur une détente, à la diſtance

où se tenoit presque toujours M. Kempelen ; d'ailleurs, souvent l'automate jouoit plusieurs coups, sans que le mécanicien, ni son second, changeassent de place.

Quelqu'étonnante que paroisse la faculté de répondre à diverses questions que sembloit avoir l'automate, je le regarde comme le même phénomène essentiellement que celui du jeu d'échec; il n'y a pas plus de difficultés à faire mouvoir le doigt de l'automate pour indiquer des lettres qui sont dans les divisions d'un tableau qui ressembloit à un échiquier, qu'il n'y en a pour placer sur les oases de l'échiquier une pièce du jeu ; au contraire, les difficultés sont plus nombreuses dans ce dernier cas, parce qu'il falloit que l'automate prît la pièce, & la portât sur une autre case.

L'adresse avec laquelle l'automate faisoit parcourir au cavalier toutes les cases de l'échiquier, ne suppose que de l'habileté dans le méchanicien, qui s'étoit fait une méthode générale de cette espèce de jeu. Mais dans tous ces cas, l'automate ne jouoit pas réellement, le mécanicien seul influoit à chaque coup ; aussi le voyoit-on toujours très-attentif lorsqu'il jouoit aux échecs contre un adversaire, à prévoir, par les mouvemens extérieurs, ce que celui-ci feroit, & à consulter son second, dans les coups difficiles. Tout l'art de M. Kempelen, nous le répétons, consiste à cacher adroitement l'influence actuelle qu'il avoit à chaque instant sur sa machine qui, sous ce rapport, n'étoit point un automate proprement dit.

Il ne me paroît point sûr que le grand nombre de rouages contenus dans le corps de l'automate & dans celui du bureau, qu'on montroit au public en ouvrant de petites portes, fût nécessaire ; ils n'étoient mis là que pour faire illusion, & c'étoit encore par cette raison qu'on démontoit plusieurs fois, pendant une séance, les ressorts qui faisoient mouvoir les rouages & le grand cylindre renfermé dans la table ou bureau.

Je penserois plus volontiers que, quoique le bureau auquel tenoit la chaise sur laquelle étoit assis l'automate fût mobile, on la replaçoit toujours dessus un repaire ou marque qu'on avoit faite ; qu'à cet endroit le plafond étoit percé, & qu'on en ôtoit le petit carré qui le bouchoit, lorsque le bureau étoit remis en place ; que le pied correspondant du bureau étoit percé, comme il l'est dans les tables avec lesquelles on fait plusieurs jeux mécanico-magnétiques ; qu'une personne cachée derrière la cloison, & voyant par un trou dans la salle, pousse à propos l'extrémité d'un pantographe, dont l'autre bout répond au bras de l'automate ; & que, pour faciliter les opérations, la personne cachée a un semblable jeu d'échec qui répond à une extrémité du pantographe ou d'un simple lévier du premier genre à bras inégaux. Dans cette hypothèse, certainement possible, les deux personnes qui étoient autour de l'automate n'avoient aucune influence sur lui, mais seulement une troisième personne qui étoit cachée.

Cette explication générale me paroît être la seule qu'il y ait à donner, & toute autre exposition générale qui lui seroit opposée ne pourroit être admise, car il est démontré à tout physicien & mathématicien, ou plutôt à toute personne qui raisonne, que l'automate ne pouvoit avoir en lui-même le principe de ses mouvemens.

Les moyens particuliers peuvent être différens ; plusieurs sont propres à conduire au même but ; dans le bras & la main, peut-être y avoit-il une mécanique semblable à celle des poignets artificiels qu'on a fait quelquefois pour des personnes qui avoient perdu la main ; peut-être aussi les mouvemens de la main de l'automate étoient-ils produits par des cordons passans dans l'intérieur de la table sur des poulies de renvoi. Comme M. Kempelen a fait un secret de ses moyens, & que tous les machinistes des boulevards emploient ce qu'on appelle un compère, pour faire les jeux qui paroissent les plus surprenans, & qu'il n'est personne qui, après un tâtonnement de quelque temps, ne puisse enfin faire l'équivalent de M. Kempelen ; nous sommes autorisés à croire que ses moyens n'étoient pas entièrement mécaniques. En effet, en employant un levier à bras inégaux, dont la plus grande partie soit cachée derrière une cloison. On peut former un petit dessein dans une salle, tandis que derrière la cloison une personne cachée fera passer l'extrémité du grand bras de lévier sur une figure en grand. Ceux qui connoissent la manière de dessiner avec un pantographe, n'en seront pas surpris ; on pourra donc faire indiquer au petit bras de lévier toutes les lettres propres à former la réponse à une question proposée, lorsqu'on fera mouvoir le grand bras du lévier sur un grand tableau caché derrière la cloison, & divisé comme le petit tableau qui est devant les spectateurs : de cette manière tout s'explique facilement. Il étoit nécessaire d'insister un peu sur cet objet, afin que le grand nombre de ceux qui cherchent des lumières dans un dictionnaire de physique apprenne à ne pas trouver du merveilleux dans des opérations qui dépendent en grande partie du charlatanisme ; & c'est être instruit, que de savoir se prémunir contre les erreurs & les illusions.

Ce que nous venons de dire au sujet du lévier ou du pantographe, nous servira à expliquer, en partie, la cause qui faisoit agir l'*automate dessinateur* de M. Droz, dont on a fait mention ci-dessus au haut de cet article. Mais j'y ajouterai qu'ayant bien examiné cette machine, je me suis assuré que c'étoit un automate proprement dit, qu'il contenoit en lui-même le principe de ses mouvemens ; & que la machine étant montée, le mécanicien l'abandonnoit entièrement ; aussi cet automate ne faisoit-il qu'un ou deux desseins, & toujours les mêmes & de la même manière. Je lui ai vu faire, avec la plus grande précision

& ressemblance, le portrait du roi & de la reine; j'en conserve quelques-uns qui sont encore l'étonnement de ceux qui les examinent. M. Droz a dû ajouter au pantographe composé, un cylindre analogue à ceux des serinettes; & ce cylindre a été gradué d'après les mouvemens observés nécessaires pour que le bras de l'automate formât un dessein d'une espèce ou d'une autre. Cet automate transporté à une autre place n'exécutoit pas moins ses portraits & desseins. C'est à-peu-près de la même manière générale qu'on doit concevoir la cause des mouvemens des automates joueurs de clavecin & de violon, de MM. Richard & Droz. Il auroit été à souhaiter que les deux derniers mécaniciens dont nous venons de parler eussent dévoilé le mécanisme de leurs automates, non-seulement en ouvrant les piédestaux remplis de tuyaux, de léviers & de roues; mais en montrant, comme M. de Vaucanson, l'origine & la suite des mouvemens de leurs figures dans des descriptions détaillées. On auroit été alors plus certains que ces machines étoient complétement de vrais automates, & on auroit pu juger de la simplicité & de l'élégance de leurs moyens.

M. Payen, en 1772, & M. Droz, en 1775, montrèrent à Paris une figure qui écrivoit des mots quelconques, & même des phrases au choix des spectateurs. Cette figure agissoit sûrement comme l'automate joueur d'échec de M. Kempelen, & n'est pas plus digne de l'attention du physicien.

9°. MM. Launoi & Bienvenu imaginèrent & exécutèrent, en 1784, une machine avec laquelle un corps s'élevoit d'une vitesse qui égaloit le vol de l'oiseau : elle consistoit en quatre ailes inclinées, mises en mouvement par un ressort très-mince, en forme d'arc. Aussitôt que l'arc étoit tendu, les ailes tournoient & frappoient l'air obliquement, mais de haut en bas; ensuite, elles recevoient une réaction de bas en haut suffisante pour enlever jusqu'au plancher toute la machine qui, à la vérité, étoit très-légère.

10°. M. l'abbé Mical a fait voir à Paris, en 1785, une tête qui parloit & qui prononçoit même quelques phrases. Nous avons vu plus haut qu'Albert-le-Grand avoit aussi exécuté une tête d'airain ayant la faculté de prononcer plusieurs sons articulés. J'ai vu, en 1783, chez M. Kempelen une espèce d'automate qui parloit & prononçoit quelques mots, & articuloit distinctement plusieurs phrases; telles que : *me ama; aimez-moi, madame, venez avec moi à Paris, &c.*, & autres de ce genre qui étoient courts & où il y avoit beaucoup de voyelles; mais ces mots n'étoient pas fort variés.

Qu'on ne pense pas que ces automates parlans ressembloient à cette figure de Bacchus assis sur un tonneau, qu'on vit, il y a quelques années, à Versailles, & qui prononçoit, à haute & intelligible voix, tous les jours de la semaine & souhaitoit le bon jour à la compagnie. Beaucoup de gens y furent trompés, parce que le maître de la machine laissoit voir l'intérieur de la figure & du tonneau, où l'on n'apercevoit que des tuyaux d'orgue, des soufflets, des sommiers, des roues, des cylindres, &c. mais l'illusion ne dura pas long-temps : quelqu'un plus clairvoyant découvrit un faux sommier, dans lequel étoit renfermé un petit nain qui articuloit les mots, dont le son seul parvenoit, à l'aide d'un tuyau, jusqu'à la bouche de la figure, d'où ils paroissoient sortir. Qu'on ne pense pas cela, dis-je, le petit volume de la tête de l'abbé Mical, & de tout ce qui y avoit rapport, ne permettoit pas cette supercherie. Quant à l'automate parlant de M. Kempelen, sa principale pièce consistoit en un soufflet, une trachée-arterre, & une espèce de bouche que M. Kempelen dilatoit plus ou moins avec la main. Le reste de la construction de la machine ne pouvoit être deviné, parce que le tout, excepté le soufflet, étoit caché dans une petite boîte portative, peu pesante, & que je fis, à dessein, transporter d'une place à l'autre.

On ne sera pas surpris qu'on puisse, par le moyen de la mécanique, faire des automates parlans, si on se rappelle que M. Kratzeinstein, dans son mémoire couronné, avoit décrit une machine qui l'accompagnoit & qui imitoit la prononciation des voyelles; il ne restoit plus qu'à imiter la voix humaine dans l'articulation des consonnes, & c'est ce qu'a fait avec succès M. l'abbé Mical, en exécutant une machine qui prononçoit quelques phrases; il la présenta à l'académie des sciences, & lui en développa le mécanisme, ce que n'a point fait M. Kempelen; le secret qu'a gardé ce dernier laissera toujours des doutes sur la réalité de son automate parlant.

Descartes & ses sectateurs, frappés des grandes preuves d'industrie que l'homme a donné dans divers genres & des prodiges de mécanique qu'il a faits dans différens siècles, ont pensé que les bêtes n'étoient que de purs automates que l'auteur de la nature avoit construits avec un art infini, que ces machines étoient montées pour toute la suite des opérations de leur vie, lesquelles cependant étoient déterminées par l'action des objets extérieurs, par l'influence des émanations & des corpuscules qui émanent des différens individus placés dans les circonstances où ils doivent agir. Il y a peu de questions qui aient été plus long-temps examinée & discuté que celle de l'ame des bêtes, pour savoir si c'étoit un principe spirituel ou matériel, si les bêtes avoient une ame, ou si elles n'étoient que de purs automates. Un grand nombre d'ouvrages ont été publiés sur cette matière. En général cette question a beaucoup de rapport avec la métaphysique, & c'est dans le dictionnaire de ce nom qu'on la trouvera traité, & nous y renvoyons absolument; il nous a suffi de montrer le rapport que plusieurs philosophes ont cru trouver entre les automates & les bêtes. Les principaux ouvrages sur cet objet sont,

l'*anti-Lucrèce* du cardinal de Polignac ; où le systême de Descartes est exposé ; un petit ouvrage intitulé, de l'*Ame des bêtes* ; on peut voir aussi ce qu'ont écrit Regis & Rohault. L'*Amusement philosophique* du P. Bougeant est très-ingénieux ; il prétend que ce sont des démons qui animent les bêtes. L'ouvrage qui a pour titre, les *Bêtes mieux connues*, par l'abbé Joannet, en 2 volumes, in-12, contient un précis de ce qui a été écrit sur ce sujet, on peut consulter ces ouvrages.

AUTOMATIQUE. Quoique ce nom, selon son étymologie générale, signifie tout ce qui a rapport aux automates, néanmoins l'usage l'a restreint aux mouvemens qui dépendent de la structure du corps & auxquels la volonté n'a aucune part; la circulation du sang, le mouvement de la respiration, &c., sont des mouvemens automatiques, parce qu'en général ils ne dépendent point de nous, quant à leur existence. On peut cependant modifier volontairement quelques mouvemens automatiques; par exemple, celui de la respiration; on peut, pendant quelques instans, retarder ou accélérer l'inspiration & l'expiration, la rendre plus forte ou moins forte, admettre une plus grande quantité d'air dans le poumon, ou en chasser une plus grande dans un cas que dans un autre; mais l'existence de la respiration ne dépend pas de la volonté; elle est nécessaire, & cette fonction s'exerce dans le sommeil comme dans la veille. Il en est de même de la circulation qui s'accomplit dans le corps des animaux, comme dans les plantes, si elle y a lieu, comme dans les automates si on en avoit construits de cette manière, ainsi que l'avoit projetée M. de Vaucanson. *Voyez* l'article AUTOMATE & celui de VAUCANSON.

AUTOMATISME. Ce mot, qu'on doit à M. de Réaumur est consacré pour exprimer la qualité d'automate dans l'animal; c'est-à-dire, le systême des mouvemens qui dépendent uniquement de l'organisme du corps animé, sans que la volonté y ait aucune part.

AUTOMNE. C'est la troisième saison de l'année, qui commence pour nous le 23 septembre, & finit le 21 décembre, époque du premier instant de l'hiver. C'est au premier instant de l'automne que le soleil paroît entrer dans l'*équinoxe d'automne*, c'est-à-dire, dans le signe de la balance, & c'est au dernier instant de l'automne que cet astre paroît quitter le sagitaire, pour entrer dans le capricorne, temps où commence l'hiver. Lorsque le soleil décrit l'équateur le 23 septembre, les jours sont égaux aux nuits pour toute la terre ; mais, depuis ce jour jusqu'au 21 décembre inclusivement, les jours décroisent successivement, & les nuits augmentent réciproquement, les arcs diurnes devenant de plus en plus moindres, & les arcs nocturnes augmentant proportionnellement. A l'équinoxe d'automne le soleil est, au temps de midi, à une hauteur moyenne entre la plus grande hauteur méridienne & la plus petite, savoir, entre celle qu'il a au solstice d'été & celle du solstice d'hiver ; & alors, c'est-à-dire, lorsque le soleil est au point où l'équateur coupe l'écliptique, cet astre est à une distance moyenne de notre zénith, de même qu'il en est le plus éloigné quand il décrit le tropique du capricorne, & le moins éloigné lorsqu'il est au tropique du cancer.

Ce que nous venons d'établir pour nous doit s'entendre également de tous les habitans de la zone tempérée & de la zone glaciale dans l'hémisphère septentrional. Le contraire doit être dit des peuples qui habitent ces deux zones dans l'hémisphère méridional, l'automne pour eux commence le 21 mars & fini le 21 juin, qui est pour eux le premier instant de leur hiver. Quant aux peuples de la zone torride, comme ils ont deux étés, le soleil passant deux fois par an perpendiculairement sur leurs têtes, les rapports ne sont plus les mêmes, mais varient beaucoup. Ceux qui sont sous l'équateur ont un de leurs étés, lorsque notre automne commence, le soleil étant alors au premier point de la balance, à l'intersection de l'équateur & de l'écliptique. Les autres variétés qui ont lieu pour les peuples de la zone torride, soit qu'ils habitent la partie septentrionale, soit qu'ils occupent l'hémisphère méridional, peuvent être aisément conçues par la simple inspection d'un globe terrestre, le cours du soleil & les signes qu'il parcourt chaque mois étant connus & déterminés.

Le point automnal est le premier point du signe de la balance, situé à l'intersection de l'équateur & de l'éclyptique ; après que le soleil l'a atteint, il commence à descendre pour nous de plus en plus sous l'équateur. Ce point est aussi appelé point équinoxial, parce qu'il est à un des équinoxes,

AUZOMÈTRE. C'est un instrument qui sert à trouver, par une opération simple & facile, le grossissement des lunettes ou tubes dioptriques qu'on emploie pour voir les objets distans sous un angle plus grand qu'à la vue simple. Cet instrument, inventé par M. Adams, constructeur d'instrumens de physique à Londres, est composé de trois petits tuyaux de métal, dont la longueur n'est que d'un pouce & un quart, lorsqu'ils sont fermés l'un sur l'autre, & d'environ onze lignes en diamètre. Le premier du côté de l'œil est au dedans des autres, comme on le voit par *a b e n*, *figure 196*. Celui-ci porte une lentille *d* à une certaine distance du trou *c*, où l'on applique l'œil, comme dans les tuyaux des oculaires des lunettes communes. Le second tuyau *p m o f*, au-dedans duquel glisse le premier tuyau, porte à son bout une plaque de corne transparente *m o*, qui est divisée par des lignes parallèles, dont la distance n'est que d'un cen-

tième de pouce. Enfin, le tuyau extérieur *gstr*, est ouvert tout-à-fait, & ne sert qu'à mettre la plaque *mo* à la distance convenable, pour recevoir le spectre lumineux formé par les rayons de la lunette, ou, si l'on veut, qui représente l'ouverture de son objectif; au bout du tuyau des oculaires, dans le même endroit où l'on applique l'œil à la lunette. C'est sur ce même tuyau extérieur *gstr*, que se trouve un pouce divisé en en dixièmes, avec un des mêmes dixièmes subdivisé en centième de pouce.

L'opération pratique de cet instrument consiste : 1°. à ajuster la lunette dans la position nécessaire pour voir les objets distinctement; 2°. à tirer en dehors le tuyau intérieur *aenb*, ensorte que regardant dans l'air, on puisse voir bien distinctement les lignes parallèles qui sont sur la plaque de corne *mo*; 3°. à approcher ensuite l'*auzomètre* du tuyau des oculaires de la lunette, & glisser le tuyau extérieur *gstr*, autant qu'il faut, pour que, regardant par *e*, on puisse voir bien distinctement le spectre lumineux de l'oculaire de la lunette, sur les divisions qui sont sur la petite plaque de corne *mo*; 4°. à compter combien de ces divisions sont remplies par ce spectre lumineux; 5°. à prendre avec un compas le diamètre objectif de la lunette, & à le diviser par le nombre de centièmes, occupés par le spectre lumineux; alors le quotient sera le vrai grossissement de la lunette avec l'équipage qu'elle a.

AUZOUT (*Adrien*) est sur-tout connu pour avoir perfectionné le micromètre, dont la première invention est due à Huyghens, & pour en avoir fait un instrument d'un usage général. Auzout étoit un excellent observateur, & possédoit à un degré rare la connoissance des instrumens astronomiques. C'est lui qui, en présentant à Louis XIV l'observation intéressante de la comète qui parut à la fin de 1664, fit naître à ce prince l'idée de donner un observatoire & des instrumens à l'académie des sciences. On a aussi de ce savant une évaluation précise du rapport des mesures usitées en Europe, avec la toise du Châtelet de Paris.

AXE. C'est une ligne droite qui passe par le centre d'un corps, & qui sert à le faire tourner sur lui-même; tel est, par exemple, en *méchanique*, l'axe ou l'*essieu* d'une roue. L'axe d'une balance est une ligne droite sur laquelle elle se meut. L'axe d'*oscillation* d'un pendule est une ligne droite parallèle à l'horison, qui passe par le centre autour duquel le pendule fait ses vibrations.

En *géométrie*, l'*axe* de circonvolution est une ligne droite, autour de laquelle on imagine qu'une ligne se meut pour engendrer une surface, ou qu'une surface se meut pour former un solide. Comme la formation des corps figurés en général peut être conçue par le mouvement de parallélisme d'un plan générateur, de même elle peut résulter du mouvement de rotation ou circonvolution. Par exemple, si on conçoit qu'un polygone tourne autour d'un diamètre ou *axe*, il formera dans sa révolution un *sphéroïde* qui recevra différens noms, selon l'espèce du poligone générateur; si le polygone a un nombre infini de côtés, le sphéroïde décrit sera un sphéroïde infinitaire, c'est-à-dire, une sphère au globe.

En général, l'*axe* est une ligne droite, tirée du sommet d'une figure régulière sur le milieu de sa base. Tel est, par exemple, dans un cône droit, dans une pyramide, &c., &c., la ligne qu'on fait tomber de sa pointe sur le milieu de sa base. *Voyez* CÔNE, PYRAMIDE.

L'*axe* d'une section conique est une ligne droite qui passe par le milieu de la figure, & qui coupe à angles droits & en deux parties égales toutes les ordonnées.

Dans l'ellipse on distingue un *grand axe* & un *petit axe*, ou, comme d'autres disent, un *axe transverse* & un *axe conjugué*. Ce grand & ce petit axe se coupent tous deux à angles droits dans le centre de l'ellipse. *Voyez* ELLIPSE.

En *astronomie*, & relativement à la *sphère*, l'AXE DE LA TERRE est une ligne droite qui passe par le centre de ce globe & par ses deux pôles, & autour duquel elle fait ses révolutions diurnes d'occident en orient. L'axe de la terre prolongé iroit aboutir dans le ciel aux pôles du monde; aussi est-il une partie de l'AXE DU MONDE. L'*axe* de la terre est toujours parallèle à lui-même & perpendiculaire au plan de l'équateur pendant toute la durée du mouvement annuel de la terre autour du soleil; c'est par le moyen du parallélisme de l'axe de la terre, & en supposant son inclinaison, que la diversité des saisons est produite.

Le soleil, la lune & les autres planètes tournant sur leur centre, ont donc aussi, comme la terre, un *axe*; ainsi, on dit l'*axe des planètes*, l'*axe du soleil*.

Les cercles qu'on conçoit dans le soleil, la terre & les planètes, tels que l'*équateur*, l'*horison*, l'*écliptique*, le *zodiaque*, les *colures*, les *tropiques*, &c., ont également des *axes* : ainsi on dit l'*axe de l'équateur*, l'*axe de l'écliptique*, &c., &c., lesquels sont des lignes droites qui passent par les centres de ces cercles & qui sont perpendiculaires à leur plans. *Voyez* ces mots.

En optique, on distingue, 1°. l'AXE OPTIQUE ou *visuel* est le rayon lumineux qui, traversant le milieu du cône lumineux, tombe perpendiculairement sur le globe de l'œil & passe par son centre. Dans la *figure 103*, on voit un cône lumineux, A B C, formé par une pyramide de lumière qui part d'un objet C. La *figure 104* représente ce même faisceau ou cette même pyramide lumineuse, A B C, dans laquelle on n'a marqué que les côtés & l'axe *x* C D, & l'on y remarque que cette ligne ponctuée *x* C D, que nous nommons l'axe, est réellement un rayon de lumière qui, faisant partie du cône lumineux, le traverse

par le milieu, tombe perpendiculairement ſur le cryſtallin & paſſe conſéquemment par le centre de l'œil. On verra aux articles *optique*, *viſion*, *œil*, qu'un objet n'eſt aperçu diſtinctement que lorſqu'il eſt placé dans l'axe viſuel ; & que s'il ſe trouve au point de concours G des deux *axes optiques* ou *viſuels*, E G, F G, *figure 105*, il y eſt vu le plus diſtinctement qu'il eſt poſſible.

En dioptrique, l'axe d'un verre lenticulaire eſt une ligne droite qui fait portion de l'*axe* du ſolide, dont la lentille eſt un ſegment. Ainſi une lentille ſphérique convexe eſt une portion de l'axe de la ſphère dont la lentille eſt un ſegment.

L'*axe d'incidence* eſt une ligne qui paſſe par le point d'incidence, perpendiculairement à la ſurface réfringente. Suppoſons que D E, ſoit la ſurface d'un milieu refringent, & B le point d'incidence, la ligne B H qui traverſe perpendiculairement le milieu du refringent par le point B d'incidence, ſera l'axe d'incidence.

Si on ſuppoſe que D E repréſente une ſurface impénétrable, & qu'un corps élaſtique A vienne tomber obliquement ſur ce plan, ſelon la direction A B, la ligne B H ſera encore l'*axe d'incidence*.

AXE *de machine électrique*; c'eſt ce petit cylindre de cuivre ou de bois qui traverſe le milieu du plateau d'une machine électrique & porte d'un côté une petite platine circulaire fixé, & une autre en forme d'écrou qui, ſe viſſant ſur une partie de l'axe, ſerre la glace. *Voyez la fig....*, afin que la preſſion des deux petites platines n'occaſionne point de félure, on y met ordinairement, de chaque côté, ſur la glace, une rondelle de velours, & une rondelle de plomb, faite au tour, & enſuite on ſerre médiocrement la petite platine qui ſert d'écrou ; lorſqu'on tourne la manivelle miſe à une extrémité de l'axe, le plateau de glace ſe meut circulairement entre les couſſins.

Il eſt bon, pour prévenir la diſſipation du fluide électrique par l'axe, de le couvrir, lorſqu'il eſt en métal, d'une couche réſineuſe fort épaiſe ; c'eſt pour cette raiſon qu'on fait quelquefois en bois bien dur, l'axe des machines électriques qui n'ont pas de grandes dimenſions.

AXE DANS LE TOUR ; *axe dans le tambour* ; *eſſieu dans le tour*. (*Axis in peritrochio*.) Ces différentes dénominations ſont employées pour déſigner une des machines ſimples de la mécanique. La première expreſſion générale eſt la plus uſitée, elle ſignifie un axe dans le cylindre, autrefois vulgairement nommé *tour*. Si cet axe eſt parallère à l'horiſon, on l'appelle TREUIL ; s'il eſt perpendiculaire à l'horiſon, on lui donne le nom de CABESTAN. *Voyez* ces mots. Dans le premier cas, il ſert à élever des fardeaux, & dans le ſecond, à les tranſporter en les tirant.

L'axe dans le tour eſt un cylindre horiſontale D, *figure 108*, dont l'axe phyſique E F, tourne ſur deux points d'appui : on voit, à une des extrémités E, celle qui eſt caché par la poſition de la machine qu'on y a adapté des léviers, ils ſont dans cette figure au nombre de huit, & on peut en mettre plus ou moins ; un d'eux eſt marqué de la lettre A, pour les rendre plus ſolides, on les a unis à un cercle de bois qu'on aperçoit à leur partie inférieure, quelquefois on réunit tous ces léviers par une circonférence, formée à leur extrémité ſupérieure ; on la garnit de chevilles, ce qui produit l'effet d'un lévier perpétuel ; alors on donne à cette machine le nom de ROUE DES CARRIÈRES. *Voyez* ce mot. On peut y mettre un grand tambour dans lequel un homme marchera, ou même un cheval, comme on le pratique pour certaines GRUES. *Voyez* ce mot ; car les grues ſe rapportent à l'axe dans le tour.

Lorſqu'on fait tourner le lévier A, & ceux qui viennent enſuite, la corde ſe roule ſur le cylindre D, & le poids G monte ; ont peut auſſi faire deſcendre ce poids dans la cavité B G ; dans ce cas, on retient les léviers afin que la peſanteur du poids ne l'entraîne pas trop rapidement.

Cette machine ſe réduit au lévier, & elle n'eſt autre choſe qu'un levier du ſecond genre ; car la puiſſance étant appliquée en A, la réſiſtance en D, l'avantage de la puiſſance ſera d'autant plus grand, que le rayon A de la puiſſance l'emportera ſur le rayon D de la réſiſtance. La longueur de chacun de ces rayons ſe prend depuis le centre de l'axe E F, juſqu'à leur extrémité ſupérieure, & on aura cette *analogie* ; la puiſſance (dans le cas d'équilibre) eſt à la réſiſtance, comme le rayon du cylindre D eſt au rayon de la puiſſance agiſſant en A.

Propoſition ſur l'eſſieu dans le tour. 1°. Si la puiſſance appliquée à l'eſſieu dans le tour, ſuivant la direction A L, *figure 109*, eſt perpendiculaire au rayon, & ſi cette puiſſance eſt au poids G, comme le rayon C E de l'*axe* ou du cylindre eſt au rayon C A du tour, la puiſſance ſuffira pour ſoutenir le poids, ou la puiſſance & le poids ſeront en équilibre.

2°. Si la puiſſance appliquée en F agit ſelon la direction F D, oblique au rayon du tour, mais parallèle à la direction perpendiculaire, cette puiſſance ſera à une puiſſance égale qui agiroit dans la direction perpendiculaire A L, comme le ſinus total eſt au ſinus de l'angle de la direction D F C.

3°. Les puiſſances appliquées au tour en différens points F K, &c., ſelon les directions F D, K I, &c., parallèle à la direction perpendiculaire A L, & faiſant équilibre avec le même poids G, ſont entre elles réciproquement comme les diſtances au centre du mouvement C D, C I, &c. *Voyez* LÉVIER.

Ainſi, à meſure que la diſtance au centre du mouvement augmente, la puiſſance diminue en même proportion ; & *vice verſa*.

D'où il s'enſuit encore que puiſque le rayon A C, eſt la plus grande diſtance poſſible, & que la puiſſance qui agit dans la direction A L, lui eſt toute perpendiculaire, cette puiſſance perpendiculaire ſera la plus petite de toutes celles qui ſeront capables de faire équilibre avec le poids G.

4°. Si une puissance qui agit dans la direction perpendiculaire A L fait monter le poids G, l'espace parcouru par la puissance sera à l'espace parcouru en même-temps par le poids, comme le poids à la puissance; car à chaque révolution du tour, la puissance aura parcouru la circonférence entière du tour, & le poids aura monté dans le même temps d'une quantité égale à la circonférence du *cylindre*; donc l'espace parcouru par la puissance est à l'espace parcouru par le poids, comme la circonférence du tour est à la circonférence de l'*axe*; mais la puissance est au poids, comme le rayon de l'*axe* est à celui du tour; donc, &c.

5°. Une puissance A & un poids G étant donnés, voici la manière de construire un essieu dans le tour où la puissance soit en éliquibre avec le poids.

Soit le rayon de l'*axe* ou essieu, tel que le poids puisse être soutenu, sans que cet *axe* ou essieu rompe; faites ensuite, comme la puissance est au poids, ainsi le rayon de l'*axe*, au rayon du tour.

Lors donc que la puissance sera fort petite, relativement au poids, il faudra que le rayon du tour soit extrêmement grand; soit, par exemple, le poids = 3000 & la puissance 50, le rayon du tour doit être à celui de l'*axe* pour qu'il y ait équilibre, comme 60 est à 1.

On remédie à cet inconvénient en augmentant le nombre des roues & des essieux, & en les faisant tourner les uns sur les autres, par le moyen de dents & des pignons. *Voyez* ROUE.

AXIFUGE. La *force axifuge* est celle qui fait tendre un corps à s'éloigner de l'axe de sa rotation, comme la force centrifuge est celle qui contraint un corps à s'éloigner du centre autour duquel il circule. Il me paroît que dans la réalité, la forme *axifuge* n'est qu'une série de forces centrifuges partielles dont la force *axifuge* est composée; supposons que les différentes molécules d'un corps solide pulverisé ou d'un fluide, soient arrangées le long d'un axe de rotation, & que cet axe tourne rapidement, bientôt on observera toutes les molécules s'éloigner de l'axe, fuir cet axe, où est venu ce nom de force *axifuge*; mais si on divise, par la pensée, cet axe, par des sections produites, par des cercles, tous parallèles entre eux, & tous perpendiculaires à l'axe, on verra que chaque molécule du solide pulverisé ou du fluide supposé, étant à un centre d'un de ces cercles, chacune s'éloignera de son centre respectif, par sa force centrifuge; & conséquemmement que cette suite de forces centrifuges formera la force *axifuge*. *Voyez* AXIPÈTE.

AXIOME. C'est une proposition si évidente, par elle-même, qu'elle n'a besoin, pour être admise, d'aucune démonstration. Si quelqu'un refusoit de croire un axiôme, ce seroit une preuve que les termes qui composent la proposition ne lui seroient pas bien connus, il faudroit alors les lui expliquer, & aussitôt il seroit convaincu de la vérité de l'axiôme. Les propositions suivantes sont regardées comme des axiômes.

Un tout est plus grand qu'aucune de ses parties, & il est égal à la totalité des parties.

Deux quantités égales à une troisième sont égales entre elles.

Si on augmente ou si on diminue deux grandeurs égales d'une même quantité, l'égalité aura toujours lieu.

Si les grandeurs sont inégales, l'inégalité subsistera encore après l'augmentation ou la diminution d'une même quantité.

Tout nombre est pair ou impair.

Si deux figures quelconques, appliquées l'une sur l'autre, se couvrent parfaitement, elles sont égales en surface.

Tout effet suppose une cause.

Il est impossible qu'une chose soit & ne soit pas, &c. &c.....

On peut assurer d'une chose, tout ce qui est dans l'idée claire qu'on en a.

Afin qu'on puisse justement apprécier les divers axiômes qu'on propose dans diverses circonstances, il ne sera pas hors de propos de rapporter ici ce qu'en a dit quelque part M. d'Alembert. « Qu'est-ce que la plûpart de ces axiômes dont la géométrie est si orgueilleuse, si ce n'est l'expression d'une même idée simple par deux signes ou mots différens? celui qui dit que deux & deux font quatre, a-t-il une connoissance de plus que celui qui se contenteroit de dire que deux & deux font deux & deux? les idées de tout, de partie, de plus grand & de plus petit, ne sont-elles pas, à proprement parler, la même idée simple & individuelle, puisqu'on ne sauroit avoir l'une sans que les autres se présentent toutes en même-temps? nous devons, comme l'ont observé quelques philosophes, bien des erreurs à l'abus des mots; c'est peut-être à ce même abus que nous devons les axiômes. Je ne prétends point cependant en condamner l'usage; je veux seulement faire observer à quoi il se réduit; c'est à nous de rendre les idées simples plus familières par l'habitude, & plus propres aux différens usages auxquels nous pouvons les appliquer. J'en dis à-peu-près autant, quoiqu'avec les restrictions convenables, des théorêmes mathématiques. Considérez sans préjugés, ils se réduisent à un assez petit nombre de vérités primitives. Q'on examine une suite de propositions de géométrie déduites les unes des autres, ensorte que deux propositions voisines se touchent immédiatement & sans aucun intervalle, on s'appercevra qu'elles ne sont toutes que la première proposition qui se défigure, pour ainsi dire, successivement, & peu-à-peu dans le passage d'une conséquence à la suivante, mais qui pourtant n'a point réellement multiplié par cet enchaînement, & n'a fait que recevoir différentes formes. C'est à-peu-près, comme si l'on vouloit exprimer cette proposion par le moyen d'une langue qui se seroit insensiblement dénaturée, & qu'on l'exprimât successive-

ment de diverses manières qui représentassent les différens états par lesquels la langue a passé. Chacun de ces états se reconnoîtroit dans celui qui en seroit immédiatement voisin; mais dans un état plus éloigné, on ne le démêleroit plus, quoi qu'il fût toujours dépendant de ceux qui l'auroient précédé, & destiné à transmettre les mêmes idées. On peut donc regarder l'enchaînement de plusieurs vérités géométriques, comme des traductions, plus ou moins différentes, & plus ou moins compliquées de la même proposition, & souvent de la même hypothèse. Ces traductions sont au reste fort avantageuses par les divers usages qu'elles nous mettent à portée de faire du théorême qu'elles expriment, usages plus ou moins estimables à proportion de leur importance & de leur étendue; mais en convenant du mérite réel de la traduction mathématique d'une proposition, il faut reconnoître aussi que ce mérite réside originairement dans la proposition même... Il en est de même des vérités physiques & des propriétés des corps dont nous apercevons la liaison. Toutes ces propriétés bien rapprochées, ne nous offrent, à proprement parler, qu'une connoissance simple & unique. Si d'autres, en plus grand nombre, sont détachées pour nous, & forment des vérités différentes; c'est à la foiblesse de nos lumières que nous devons ce triste avantage; & l'on peut dire que notre abondance, à cet égard, est l'effet de notre indigence même ». Cette vertu, par exemple, que les corps électriques étant frottés, acquierrent d'attirer de petits corpuscules, & celle de produire, dans les animaux, une commotion violente, sont deux choses pour nous, c'en seroit une seule si nous pouvions remonter à la première cause. L'univers pour qui sauroit l'embrasser d'un seul point de vue, ne seroit, s'il est permis de le dire, qu'un fait unique & une grande vérité.

Les axiômes ne sont pas non plus des vérités qui soient connues les premières, car des propositions générales ne sont jamais que le résultat de nos connoissances particulières; les axiomes ne sont donc pas le principe de nos connoissances, ils supposent au contraire que nous les avons acquises pour d'autres moyens, puisque les premières idées qui sont dans l'esprit, sont celles des choses particulières.

AXIPÈTE. La force *axipète* est celle qui pousse un corps vers l'axe de sa rotation; elle est le contraire de la force *axifuge*. (*Voyez* AXIFUGE.) Pour expliquer la cause de la pesanteur, Descartes avoit imaginé un tourbillon de matière subtile mu avec une très-grande rapidité & produisant la force centripète, ou pesanteur des corps, par son excès de force centrifuge, comme on l'expliquera aux articles PESANTEUR, GRAVITÉ, DESCARTES, CARTÉSIANISME. Huyghens prouva bientôt, par la seule théorie, & l'expérience l'a ensuite démontré, que dans l'hypothèse cartésienne, il n'y auroit point de force centripète, mais seulement un force *axipète*, c'est-à-dire, une force qui bien loin de porter tous les corps vers le centre du globe de la terre, les porteroit vers l'axe, vers chaque point de l'axe correspondant aux cercles parallèles à l'équateur où les corps se trouveroient d'abord situés. Si on fait tourner rapidement un globe de verre, armé à ses deux pôles de deux calottes percées d'un petit trou pour recevoir deux pointes, comme celles qui sont aux poupées d'un tour, & que ce globe soit rempli d'eau, en y glissant un segment d'air, ce qui vaut mieux que d'y mettre une portion d'huile, on verra que la masse d'air ou celle de l'huile se portera non au centre du globe, mais dans l'axe, & formera autour de lui un très-beau cylindre d'air ou d'huile qui subsistera pendant tout le temps de la rotation; après laquelle, le globe étant en repos, les molécules qui composent cette masse remonteront à l'endroit le plus élevé de ce globe, par un effet de leur moindre pesanteur spécifique. *Voyez* AXIFUGE, TOURBILLONS, PESANTEUR.

AZIMUTH. C'est l'arc de l'horison contenu entre le point du midi & le point de l'horison auquel un astre répond perpendiculairement. Si ZDF, *fig.* 85, est le vertical d'un astre dont DF est la hauteur, HF est l'*azimuth*; d'autres disent, ce qui revient au même, que c'est l'arc de l'horison qui est entre le méridien & un vertical quelconque, dans lequel se trouve un astre, ou que l'*azimuth* d'un astre est l'arc de l'horison compris entre le point du midi, pris sur l'horison, & le point où l'horison est coupé par le cercle vertical qui passe par le centre de l'astre; d'où il suit que l'azimuth d'un astre est oriental ou occidental, suivant qu'on observera cet astre avant ou après son passage au méridien.

Il y en a qui donnent le nom d'*azimuth* aux cercles *verticaux* (*Voyez* VERTICAUX), qui sont de grands cercles qui se coupent tous au zénith & au nadir, & passent par l'horison qui les coupe tous à angles droits.

AZIMUTH MAGNÉTIQUE; c'est l'arc de l'horison compris entre le méridien magnétique & le cercle azimutal du soleil, ou, si l'on aime mieux, entre le méridien magnétique & le méridien du lieu; cet arc est donc la mesure de la déclinaison de l'aimant. La manière de trouver l'*azimuth magnétique* consiste à observer le soleil avec un compas azimutal, lorsque sa hauteur sur l'horison est d'environ 10 ou 15 degrés devant ou après midi.

AZIMUTAL. Cadran *azimutal*; c'est un cadran solaire, dont le style est perpendiculaire au plan de l'horison.

AZIMUTAL, CERCLE AZIMUTAL; c'est un cercle horisontal appliqué à un quart de cercle astronomique pour y marquer l'*azimuth*.

On a encore donné ce nom à une espèce de compas de variation, de l'invention de M. Halley, & qui sert à connoître la variation de la BOUSSOLE.

AZOTE. On appelle *azote*, dans la nouvelle nomenclature, la base de la partie non-respirable de l'air atmosphérique, qui est en même-temps le ra-

dical nitrique & le radical ammoniac. L'azote est un des principes les plus abondamment répandus dans la nature; combiné avec le calorique, il forme le gaz azote ou la mofete, qui forme à-peu-près les deux tiers du poids de l'atmosphère. Il demeure constamment dans l'état de gaz au degré de pression & de température dans lequel nous vivons; aucun degré de compression ni de froid n'ont encore pu le réduire à l'état liquide ou solide.

Les matières animales sont essentiellement constitué par ce principe, qui en est un des élémens. L'Azote, dit M. Lavoisier, y est combiné avec le carbone & l'hydrogène, quelquefois avec le phosphore, & le tout est lié par une certaine portion d'oxygène qui les met ou à l'état d'oxide, ou à celui d'acide, suivant le degré d'oxygénation. La nature des matières animales peut donc varier de trois manières: 1°. par le nombre des substances qui entre dans la combinaison du radical; 2°. par leur proportion; 3°. par le degré d'oxygénation. L'azote, combiné avec l'oxygène, forme les oxides & acides nitreux & nitriques; combiné avec l'hydrogène, il forme l'ammoniaque; ses autres combinaisons avec les substances simples sont peu connues. On peut leur donner le nom d'azotures. L'*azote* se trouve aussi dans les substances végétales; dans la décomposition des végétaux & des matières animales, il s'unit à l'hydrogène pour former l'ammoniac.

On trouvera, à l'article GAZ-AZOTE, différentes manières d'obtenir le gaz-azote. *Voyez* aussi le mot AIR & celui de GAZ-OXYGÈNE.

Il n'y a pas long-temps que les combinaisons de l'azote sont connues. M. Cavendish est le premier qui l'ait observé dans le gaz & dans l'acide nitreux. M. Bertholet l'a ensuite découvert dans l'ammoniaque & dans l'acide prussique. Cette substance paroît un être simple & élémentaire. On trouvera dans le traité de chimie de M. Lavoisier un tableau des combinaisons binaires de l'azote avec les substances simples auquel nous renvoyons ces derniers objets, étant étrangers à un dictionnaire de physique. Il suffira de dire si à vingt parties & demie en poids d'azote, on ajoute quarante-trois parties & demie d'oxygène, cette proportion constitue l'oxide ou le gaz nitreux, & que si on ajoute à cette première combinaison trente-six autres parties d'oxygène, on aura l'acide nitrique, & que l'intermédiaire entre la première & la dernière de ces proportions, donne différentes espèces d'acides nitreux, c'est-à-dire, de l'acide nitrique plus ou moins impregné de gaz nitreux.

AZURÉE. Le ciel nous paroît ordinairement de couleur *azurée*; & toute couleur des corps terrestres, soit qu'elle soit un ouvrage de la nature ou de l'art, qui lui ressemble, est appelée *azurée*. On a été long-temps embarrassé pour savoir quelle étoit la vraie cause de l'apparence du beau bleu de la voûte du ciel dans un temps pur & serein, car le ciel devroit nous paroître entièrement noir, dans tout le vaste espace où on n'aperçoit point d'astre qui reflechisse vers nos yeux des rayons de lumière; le noir étant la privation de toute lumière; c'est par cette raison qu'un trou très-profond semble noir à celui qui le regarde, parce que ce trou ne renvoie aucun degré de lumière vers l'œil, celui-ci n'en recevant que des parties environnantes.

La seule bonne explication qu'on puisse donner de ce phenomène est la suivante, fondée sur les principes de la décomposition de la lumière dans le sentiment de Newton. Les rayons de lumière qui viennent des astres, traversent l'atmosphère pour arriver jusqu'à la terre; une partie de ces rayons est ensuite réfléchie par la surface de notre globe dans différentes parties de l'atmosphère qui, non-seulement est composée d'air de divers gaz, mais encore des vapeurs aqueuses & d'exhalaisons de toutes sortes. Ces différentes parties, dont l'arrangement forme une concavité d'une certaine épaisseur par leurs parties solides réfléchissent de nouveau ces rayons de lumière vers la terre; mais comme les rayons hétérogènes dont la lumière est composée, ont divers degrés de réflexibilité, comme ils ont différens degrés de réfrangibilité, & que ceux qui ont moins de force & plus de réflexibilité sont les derniers dans le spectre solaire, savoir, les bleus & les violets; il s'ensuit que les quatre autres espèces de rayons (les rouges, les orangers, les jaunes, les verds, qui sont moins réflectibles & qui ont plus de force, c'est-à-dire, plus de masse, ou peut-être plus de vîtesse, selon quelques-uns) pénétrerons l'atmosphère & continueront leur route vers le ciel, tandis que les autres seront réfléchis par cette même atmosphère qu'ils n'auront pu percer vers la surface de la terre, & nous représenterons la surface concave de l'atmosphère sous une couleur mixte, composée de rayons bleus, indigos & violets; mais les derniers, plus foibles, faisant moins d'impression sur nos yeux que les bleus & les indigos, la sensation que ceux-ci exciterons dominera, & nous verrons au ciel où nous rapporterons cette impression, une couleur bleu-indigo, ou bleu-céleste. Ce qui confirme cette explication, c'est qu'une pièce d'eau, dont le fond est brun, paroît de couleur bleu violet. Ajoutons, par une raison à-peu-près semblable, que l'eau de mer se montre sous la couleur d'un vert clair, nommé *aigue-marine*.

C'est principalement sur le haut des montagnes que le ciel paroît d'un bleu vif & foncé, apparence qui est sans doute l'effet de la pureté de l'air, jointe à ce que la couche qui intercepte à un observateur l'obscurité du ciel est moins épaisse que dans la plaine. Au bas de l'atmosphère, la couleur de l'air est toujours plus ou moins affoiblie par les vapeurs qui, en même-temps, dispersent davantage la lumière. On l'y voit presque toujours d'un bleu très-pâle; il devient plus foncé quand il est plus pur, mais il n'approche jamais de la teinte vive & foncée qu'on remarque sur les hautes montagnes, ainsi que l'a observé M. de Luc. *Voyez* BLEU; *bleu de ciel*.

BACON (François), baron de Verulam, naquit à Londres, en 1561, & annonça de bonne heure ce qu'il devoit être; on remarqua en lui toutes les qualités nécessaires pour réformer la philosophie péripatéticienne qui régnoit de son temps; elle ne lui parut que vuide de choses, & pleine de mots & de vaines subtilités. A un génie actif, étendu & pénétrant, il joignit l'application à l'étude, & la fréquentation de tous les gens de lettres de son siècle. Fermant les yeux sur son ingratitude envers ses bienfaiteurs (le comte d'*Essex*), sur ses bassesses & sa flatterie auprès des ministres & de ses souverains, par le moyen desquelles il réunit les titres de chancelier & de garde des sceaux en 1617; sur sa cupidité, fermant les yeux sur cette indigne conduite, nous ne le considérerons que loin des orages de la cour & des agitations du ministère, dans la retraite où il ne pensa plus qu'à se consoler de ses malheurs par la lecture & la composition: ce fut alors que parurent ses plus célèbres ouvrages, qui sont: *de la dignité & de l'accroissement des connoissances humaines; son nouvel organe des sciences*, qu'on peut regarder comme une suite du premier; cet ouvrage qu'il l'a fait nommer le père de la physique expérimentale, est un recueil d'idées neuves, justes & grandes sur tout ce qui peut contribuer à perfectionner la physique. Si ses ouvrages, dit d'Alembert, sont justement estimés, ils sont pourtant plus estimés qu'ils ne sont connus, & ils méritent encore plus notre lecture que nos éloges. A considérer les vues saines & étendues de ce grand homme, la multitude d'objets sur lesquels son esprit s'est porté, la hardiesse de son style qui réunit par-tout les plus sublimes images avec la précision la plus rigoureuse, on seroit tenté de le regarder comme le plus grand, le plus universel, & le plus éloquent des philosophes. Bacon, né dans le sein de la nuit la plus profonde, sentit que la philosophie n'étoit pas encore, quoique bien des gens sans doute se flattassent d'y exceller; car plus un siècle est grossier, plus il se croit instruit de tout ce qu'il peut savoir. Il commença donc par envisager d'une vue générale les divers objets de toutes les sciences naturelles; il partagea ces sciences en différentes branches, dont il fit l'énumération la plus exacte qu'il lui fut possible: il examina ce que l'on savoit déjà sur chacun de ces objets, & fit le catalogue immense de ce qui restoit à découvrir. Dans cette production il rassemble des expériences, il en indique un grand nombre à faire; il invite les savans à étudier & à perfectionner les arts, qu'il regarde comme la partie la plus relevée & la plus essentielle de la science humaine: il expose avec une simplicité noble ses conjectures & ses pensées sur les différens objets dignes d'intéresser les hommes; & il eût pu dire comme ce vieillard de Térence, que rien de ce qui touche l'humanité ne lui étoit étranger. Science de la nature, morale, politique, économique, tout semble avoir été du ressort de cet esprit lumineux & profond; & l'on ne sait ce qu'on doit le plus admirer, ou des richesses qu'il répand sur tous les sujets qu'il traite, ou de la dignité avec laquelle il en parle. Ses écrits ne peuvent être mieux comparés qu'à ceux d'Hippocrate sur la médecine; & ils ne seroient ni moins admirés, ni moins lus, si la culture de l'esprit étoit aussi chère au genre humain que la conservation de sa santé. Mais il n'y a que les chefs de secte en tout genre dont les ouvrages puissent avoir un certain éclat. Bacon n'a pas été du nombre, & la forme de sa philosophie s'y opposoit. Elle étoit trop sage pour étonner personne; la scolastique qui dominoit de son temps, ne pouvoit être renversée que par des opinions hardies & nouvelles; & il n'y a pas d'apparence qu'un philosophe, qui se contente de dire aux hommes, *voilà le peu que vous avez appris, voici ce qui vous reste à chercher*, soit destiné à faire beaucoup de bruit parmi ses contemporains.

Dans son systême général des connoissances humaines, le chancelier Bacon divise la science humaine en *histoire, poësie & philosophie*, selon les trois facultés de l'entendement, *mémoire, imagination, raison*.

L'histoire se distribue, en *naturelle & civile*; la poësie en *narrative, dramatique & parabolique*; la philosophie en *science de Dieu, science de la nature & science de l'homme*.

BACON. Roger Bacon naquit en Angleterre, dans un village du comté de Sommerset, en 1214, & donna dès ses premières années des marques d'une grande sagacité; sentant que pour faire des progrès dans les sciences, il falloit joindre l'expérience au raisonnement, il s'appliqua à la physique & aux mathématiques dans lesquelles il fit des découvertes qui étonnèrent ses contemporains. Afin de se livrer entièrement aux sciences, après avoir étudié quelque temps dans l'université de Paris, il entra dans l'ordre de S. François, mais il fut bien éloigné d'y trouver la tranquillité qu'il avoit espérée. Les bonnes gens de son temps l'accusèrent d'être sorcier. Son général le fit enfermer, & il fallut que *Bacon*, pour recouvrer sa liberté, prouvât qu'il n'avoit point de commerce avec le diable.

Malgré les persécutions qu'il souffrit, Bacon composa plusieurs ouvrages très-estimables qui lui firent donner de son temps le titre d'*Admirable*. Un des principaux est celui qui est intitulé: *specula mathematica & perspectiva*, dans lequel il tâcha de résoudre les mêmes problêmes qui avoient occupé *Alhazen*, sur les foyers des verres & des miroirs sphériques, & ajouta de belles réflexions sur la lumière des astres, sur la grandeur apparente des objets, sur la grosseur extraordinaire du soleil & de la lune à l'horison, & enfin sur la rondeur de l'image du soleil passant par une ouverture

quelconque, &c.; quelques auteurs ont même prétendu qu'il connoissoit les lunettes & le telescope. Dans son *opus majus* il parle, à la vérité, des avantages qu'on peut retirer de la réfraction de la lumière pour rapprocher les objets, & les augmenter ou diminuer; & à cette occasion il démontre que l'interposition d'un corps transparent convexe, entre l'œil & l'objet, doit faire paroître celui-ci plus grand, & qu'on peut voir les objets dans un miroir concave, quelqu'éloignés qu'ils soient. Tout cela annonce, ajoute M. Saverien, la découverte des lunettes, des télescopes & des microscopes; mais il ne faut pas aller plus loin, & c'est assurément beaucoup que Bacon ait prévu la possibilité de l'invention de ces instrumens (*Voy.* le mot LUNETTES; DIOPTRIQUE).

Bacon, en 1267, proposa au pape Clément IV la correction du calendrier dans lequel il y avoit une grande erreur résultant de l'anticipation de l'équinoxe; mais le temps où il vivoit n'étoit pas assez heureux pour qu'on voulût corriger de vieilles erreurs. On assure qu'il inventa la poudre à canon, ou plutôt qu'occupé à faire quelque mélange, il laissa tomber une étincelle sur un mélange de salpêtre, de souffre & de charbon contenu dans un mortier, sur lequel il avoit mis une grosse pierre. Le feu prit aussi-tôt à cette composition, & la pierre fut lancée au loin par une explosion qui retentit avec un horrible fracas. On a prétendu que cette découverte fut faite par *Barthod Sward*, ou Schwartz, religieux du même ordre, d'après les expériences préliminaires de Roger Bacon; (mais elle appartient au grec Marc). Cette découverte ayant été répandue dans le public, les ingénieurs en firent bientôt usage dans le siége des places, en renfermant ce mélange dans de longs cylindres, formés de lames de fer & d'anneaux de cuivre, & bouchés par des pierres qui par leur choc abattirent les tours des villes. C'est là l'origine des canons. (*Voyez* ARTILLERIE ET POUDRE A CANON).

Dans un intervalle de 20 années, il employa plus 12,000 livres sterling, somme immense pour ce temps là, à former une bibliothèque, à faire des expériences, & à faire construire des instrumens.

On prétend que cet excellent génie paya quelque tribut à l'humanité, en recherchant la pierre philosophale, & adoptant les rêves plus ridicules encore de l'astrologie judiciaire. Outre les ouvrages déjà cités, il a publié le *speculum alchemiæ*, & celui *de mirabili potestate artis & naturæ*. Il mourut à Oxford, en 1292. Quoiqu'il ne passe pas comme le chancelier Bacon, pour avoir introduit une réformation universelle dans les sciences, on ne peut toutefois lui refuser le mérite d'en avoir senti la nécessité, & d'avoir même fait naître l'idée du plan que le célèbre chancelier en traça par la suite. Roger Bacon joignit à une étendue de génie prodigieuse le courage nécessaire pour se mettre au-dessus des préjugés de son temps, rassembler les rayons épars de la vraie science, & tâcher d'agrandir le cercle des vérités par une suite de nouvelles découvertes. Une grande partie de ses ouvrages s'est perdue; ils étoient en si grand nombre, que *Leland* a dit qu'il compteroit plus aisément les livres des sybilles, que les titres des ouvrages de Roger Bacon.

BAGUETTE DÉVINATOIRE. Il est peu de préjugés aussi ridicules & aussi répandus que celui de la baguette, par le moyen de laquelle on a cru qu'on pouvoit découvrir les sources d'eau, les mines, les voleurs & les assassins. Quoique les préjugés populaires soient ordinairement fort anciens, cependant celui-ci ne date que du onzième siècle, car on n'en trouve aucune mention dans les auteurs qui vivoient avant cette époque. La baguette à laquelle on a donné le nom de divine ou divinatoire, est ordinairement un rameau fourchu de Coudrier, d'Aune, de Hêtre, de Pommier, &c.; quelques-uns se servent d'une petite branche droite de ces arbres ou arbrisseaux. Voici la manière dont on a prétendu qu'il falloit se servir de la baguette fourchue : « on tient d'une main » l'extrémité d'une branche, sans la serrer beaucoup, » en sorte que le dedans de la main regarde le ciel. » On tient de l'autre main l'extrémité de l'autre » branche, la tige commune étant parallèle à » l'horison, ou un peu plus élevée. L'on avance » ainsi doucement vers l'endroit où l'on soupçonne » qu'il y a de l'eau. Dès que l'on y est arrivé, » la baguette tourne, & s'incline vers la terre, » comme une aiguille qu'on vient d'aimanter ».

On peut être bien sûr que jamais la baguette n'a tourné qu'entre les mains des charlatans & des fourbes qui se sont fait un jeu d'abuser de la crédulité du peuple; car toutes les fois qu'on a voulu suivre de près leur marche & leurs opérations, on a reconnu leur imposture comme nous le dirons bientôt. Rien n'est donc plus étonnant que de lire dans l'ancienne encyclopédie, l'explication que M. Formey, secrétaire perpétuel de l'académie de Berlin, a donnée de ce fait, par une comparaison entre l'aiguille aimantée & la baguette. « La matière magnétique sortie du sein de la terre s'élève, se réunit dans une extrémité de l'aiguille, où trouvant un accès facile, elle chasse l'air ou la matière du milieu; la matière chassée revient sur l'extrémité de l'aiguille, & la fait pancher, lui donnant la direction de la matière magnétique. De même à-peu-près, les particules aqueuses, les vapeurs qui s'exhalent de la terre & qui s'élèvent, trouvant un accès facile dans la tige de la branche fourchue, s'y réunissent, l'appésantissent, chassent l'air ou la matière du milieu. La matière chassée revient sur la tige appésantie, lui donne la direction des vapeurs, & la fait pencher vers la terre, pour vous avertir qu'il y a sous vos pieds une source d'eau vive. Cet effet, continue M. Formey, vient peut-

être de la même cause qui fait pencher en bas les branches des arbres plantés le long des eaux. L'eau leur envoie des parties aqueuses qui chassent l'air, pénétrent les branches, les chargent, les affaissent joignent leur excès de pésanteur au poids de l'air supérieur, & les rendent enfin autant qu'il se peut, parallèles aux petites colonnes de vapeurs qui s'élèvent. Ces mêmes vapeurs pénètrent la baguette & la font pencher. Tout cela est purement conjectural. Une transpiration de corpuscules abondans, grossiers, sortis des mains & du corps, & poussés rapidement, peut rompre, écarter le volume, ou la colonne des vapeurs qui s'élèvent de la source, ou tellement boucher les pores & les fibres de la baguette, qu'elle soit inaccessible aux vapeurs; & sans l'action des vapeurs la baguette ne dira rien : d'où il semble que l'épreuve de la baguette doit se faire sur-tout le matin, parce qu'alors la vapeur n'ayant point été enlevée, elle est plus abondante. C'est peut-être aussi pour cette raison que la baguette n'a pas le même effet dans toutes les mains, ni toujours dans la même main. Mais cette circonstance rend fort douteux tout ce qu'on raconte des vertus de la baguette ».

La seule réflexion judicieuse qu'il y ait dans cette prétendue explication est celle qui la termine; il falloit même la rendre d'une manière plus marquée, en disant expressément que l'opinion populaire sur les vertus de la baguette est entièrement erronée, & qu'il est inutile, pour ne rien dire de plus, de vouloir expliquer un fait dont l'existence n'est point constatée, ou plutôt dont l'existence est démontrée fausse par les raisons les plus solides. Le fait de la baguette divinatoire rappelle celui de la dent d'or. On s'épuisa, aussi-tôt qu'il fut connu, en vaines conjectures & en explications prétendues savantes; on composa des volumes sans nombre sur ce sujet; mais enfin un physicien plus judicieux que tous les savans en *us* qui avoient fait tant & de si longues dissertations, examina lui même la dent d'or qu'un enfant, disoit-on, avoit apporté en naissant, & il découvrit aussi-tôt que c'étoit le simple effet d'une supercherie, & qu'un fourbe, pour exciter la curiosité du peuple & gagner de l'argent, avoit appliqué une feuille d'or sur cette dent. Ainsi croulèrent & s'évanouirent toutes ces explications absurdes qu'on avoit données avec tant de satisfaction.

Presque tous ceux qui font tourner la baguette serrent fortement dans leurs mains chaque extrémité du rameau fourchu; il en est de même de la baguette ordinaire qui n'est point fourchue, & qu'on a soin de courber un peu en arc. Mais il est impossible qu'une baguette qu'on serre fortement par les deux extrémités, puisse TOURNER par l'impulsion des vapeurs ou par celle de *la matière du milieu qui revient sur la tige appésantie*, ou par celle de toute autre substance assez subtile pour échapper à l'action des sens : aucune explication, je ne dis pas plausible, mais tant soit peu intelligible, ne peut être donné du mouvement giratoire de la baguette, qui est impossible selon tous les principes de la physique, & il ne faut que la plus légère teinte du sens commun pour en être fortement convaincu. Quand même on supposeroit que la baguette librement suspendue en équilibre, l'impulsion des vapeurs ne seroit jamais suffisante pour produire un mouvement circulaire dans cette baguette, moins encore un mouvement très-rapide, tel qu'on le voit dans celles qui sont entre les mains de ces imposteurs qui passent pour avoir le don de faire tourner la baguette & de découvrir les sources, les mines & les choses cachées.

Le mouvement de la baguette n'est donc que l'effet d'un tour de main de quelques charlatans, & dont l'habileté dans ce jeu est en raison de l'habitude qu'ils ont. Ce qui le prouve, c'est qu'en les observant attentivement, on remarque que tout dépend d'un tour de poignet presque insensible; c'est que la forme de la baguette, sa position, le mouvement des muscles rendent très-aisé le mouvement de la baguette, & qu'un peu d'exercice suffit pour acquérir l'adresse nécessaire, ainsi que tout le monde peut s'en convaincre, soit en employant la baguette fourchue, soit celle qui n'est qu'un peu arquée.

Envain diroit-on que par le moyen de la baguette on découvre des sources cachées, ce qui n'auroit pas lieu si ce mouvement n'étoit que l'effet de la supercherie; car rien n'est plus aisé que de connoître les sources par des moyens naturels, & de faire ensuite tourner la baguette seulement sur les lieux où on a reconnu qu'il y avoit de l'eau sous terre, afin de persuader à ceux qui sont crédules, que le mouvement de la baguette est un signe indicateur des sources. Voici les principaux moyens naturels pour découvrir les endroits dans lesquels on peut trouver de l'eau en creusant. Ils sont simples & faciles, & l'expérience les a confirmés depuis longtemps.

1°. Si, avant le lever du soleil, on se couche le ventre contre la surface de la terre, on apperçoit de petites masses de vapeurs s'élever en quelques endroits; on peut être sûr qu'en y creusant on trouvera de l'eau. La fin de l'été est plus propre à cette épreuve que les autres saisons.

2°. On peut être assuré qu'il y a de l'eau au-dessous des endroits où l'on apperçoit assez constamment des nuées de petits insectes qui voltigent.

3°. Lorsqu'on apperçoit dans certains endroits des touffes de plantes qui aiment l'humidité, telles que le lierre terrestre, l'argentine, le persil des marais, le beaume sauvage, des joncs, des roseaux, la garence, la cataire (*mentha cataria*) ou si on remarque que les plantes quelles qu'elles soient

y aient plus de fraîcheur & de vigueur que dans d'autres, on peut conclure, sans crainte de se tromper, qu'en y creusant la terre, il y aura de l'eau.

4°. Si on place en plusieurs endroits de très-longues aiguilles de bois, en équilibre, comme des aiguilles de boussole, & qu'à leurs extrémités on ait suspendu des éponges, on verra l'équilibre se perdre, & l'aiguille s'incliner du côté où il y a de l'eau souterraine.

5°. On peut être assuré qu'il y a de l'eau dans tous les endroits bas où se terminent les pentes des montagnes.

6°. Si un terrein argilleux se trouve à une certaine profondeur au-dessous d'une terre sabloneuse, on trouvera incontestablement de l'eau, en creusant la terre.

7°. Si dans certains endroits d'une campagne couverte de neige, on voit des vapeurs s'élever; ou si au printemps la neige fond plutôt en certains endroits que dans d'autres.

8°. Il n'y a ni rosée, ni givre dans les endroits qui sont sur des sources.

Ces moyens ne sont point inconnus aux imposteurs qui se servent de la baguette divinatoire. Ils ont soin de parcourir l'étendue d'un terrein, d'examiner de quel côté se trouvent les montagnes & les collines les plus proches, quelle est la direction des pentes, quelle est la nature du terrein, de quel côté se trouvent les signes naturels qu'on vient de rapporter; ensuite s'armant de la baguette, ils la font tourner vers les endroits, & plus fortement sur les lieux où ils ont jugé qu'il y avoit de l'eau. Il n'est donc pas étonnant que lorsqu'on fait creuser on ne rencontre de l'eau, sur-tout si on fait attention qu'il y a de l'eau par-tout, au moins à une certaine profondeur.

J'ai vu beaucoup de ces gens qu'on disoit être doués de cette vertu, & qui s'étoient fait une grande réputation dans les campagnes & même dans plusieurs villes; & il n'en est aucun en qui je n'aie remarqué de la finesse, de l'astuce & de l'imposture. J'ai vu sur-tout le fameux *sourcier* Bletton, je l'ai suivi & examiné de près, & j'ai été convaincu qu'il avoit seulement de la hardiesse, quelques connoissances de pratique, un coup d'œil exercé, & un extérieur propre à en imposer à ceux qui sont nés pour être dupes.

J'ajouterai qu'indépendamment des moyens naturels dont on a parlé ci-dessus, ordinairement on lui fournissoit, sans le vouloir, des moyens de deviner ce qu'on désiroit savoir de lui. Un grand nombre de personnes se rassembloit pour être témoin de ses opérations, & il s'en trouvoit toujours plusieurs d'assez indiscrètes pour lui indiquer indirectement divers circonstances qu'on vouloit lui cacher pour les faire deviner. L'un disoit : *conduisons-le à la maison de campagne de M....*, pour savoir s'il découvrira où est la source, le puits, l'eau qui l'alimente, &c. &c; arrivé à l'endroit, un autre disoit : il faut le mettre à peu-près sur la voie : *l'eau ne vient pas de tel & tel côté; mais elle peut venir de celui-ci ou de celui-là*, examinons s'il nous dira ce qu'il en est, &c. &c. De sorte que dans un grand nombre d'occasions, où on croyoit qu'il avoit deviné, il m'étoit démontré qu'on lui avoit fait connoître d'avance tout ce qui avoit rapport à ce qu'on désiroit savoir de lui : je pourrois rapporter en détail ce que j'ai vu dans bien des occasions où des personnes crédules s'imaginoient qu'il avoit deviné ce qu'on lui avoit réellement dit, tandis que des observateurs judicieux étoient persuadés qu'il n'y avoit que de l'imposture & de la finesse. Ces moyens joints aux indices naturels, & sur-tout à la persuasion qu'il y a, comme cela est certain, de l'eau par-tout, font toute la science des *sourciers*.

Rien n'étant plus utile que de détruire les préjugés populaires, je pense qu'il est à propos d'insister un peu sur ce dernier article. Il est si sûr qu'en creusant on trouve de l'eau presque par-tout, qu'on peut parier avec un très-grand avantage, principalement dans les plaines & les bas fonds, qu'on pourra faire des puits dans les endroits où cela seroit commode. J'ai connu un propriétaire de plusieurs domaines qui m'a assuré n'avoir jamais suivi d'autre règle pour fixer l'emplacement des puits qu'il faisoit construire, que celle de sa commodité, & avoir toujours rencontré de l'eau. Un prélat distingué par ses connoissances donna, il y a quelque temps, une grande preuve de cette vérité. Désirant de faire construire dans une de ses terres un puits qui lui étoit très-nécessaire, il fait creuser à une profondeur ordinaire, mais ne trouve point de l'eau. Bien convaincu des principes que nous avons établis, il ordonne qu'on continue l'opération : tous les ouvriers & l'architecte désespéroient de trouver de l'eau; on enjoint néanmoins de creuser encore plus profondément, & ensuite on trouva de l'eau. Je sais que dans les circonstances ordinaires les vues économiques empêchent de faire des excavations à de grandes profondeurs, & ce n'est pas dans ce dessein que je viens de citer ce fait; je ne l'ai rapporté que pour confirmer le principe ci-dessus mentionné, que presque par tout il y a de l'eau dans les endroits situés dans les plaines, & conséquemment que par-tout on peut connoître par des signes naturels l'existence de cette eau, qui est constante dans les mêmes endroits.

Pour mieux faire entendre combien il est facile d'en imposer à la crédulité du vulgaire, je vais citer l'exemple suivant, qui est un fait réel, & qu'on pourroit présenter avec une apparence de merveilleux, si on vouloit faire illusion. Des

chasseurs pourroient prétendre, comme les sorciers, découvrir les endroits où les lièvres poursuivis s'arrêtent, même après avoir éloigné leurs chiens, & soutenir qu'ils devroient ces indications à la baguette divinatoire. On sait que le lièvre, après avoir échappé à l'ardeur des chiens & du chasseur, se couche ventre à terre sur l'herbe la plus fraîche : son corps exhale alors une espèce de fumée qui le trahit, même à une distance éloignée. Un chasseur habile, averti par cet indice, peut donc, en faisant éloigner ses chiens, s'avancer, tuer le lièvre au gîte, & soutenir qu'il ne doit cette connoissance qu'à la baguette qu'il auroit fait préalablement tourner pour en imposer. Si quelque partisan de la vertu divinatoire de la baguette, se moquoit des personnes du peuple à qui le chasseur rusé auroit fait illusion, on pourroit lui répondre : *quid rides, de te fabula narratur.*

Il ne sera pas inutile, pour donner plus de force encore à nos preuves, de rapporter les faits principaux sur lesquels on s'est appuyé en divers temps, & de montrer qu'ils sont tous faux.

Le plus fameux hydroscope du siècle passé a été Jacques Aymar, de Saint-Veran, en dauphiné. Le trois septembre 1692, on fit une épreuve de son talent chez le lieutenant-général de la sénéchaussée de Lyon, qu'on peut voir décrite fort au long dans le traité de la baguette divinatoire de M. Garnier, & dont on ne donnera ici que ce qu'il y a d'essentiel. « Jacques Aymar prit une baguette fourchue, qui tourna sitôt qu'on eut mis trois écus sous son pied droit : son mouvement fut plus rapide lorsqu'on en mit davantage. On disposa sur les tablettes de la bibliothèque plusieurs chapeaux : on cacha de l'argent sous quelques-uns ; on n'en cacha point sous d'autres. La baguette tourna sur l'argent ; elle resta immobile ailleurs... Plusieurs fois chacun de nous mit sous le pied de Jacques Aymar la main tantôt pleine, tantôt vuide d'argent, la baguette ne nous trompa jamais, &c. ».

M. le lieutenant-général avoit été volé par un de ses laquais, qui lui avoit pris environ vingt-cinq écus dans des cabinets qui étoient derrière sa bibliothèque, Aymar fit tourner sa baguette, connut précisément le lieu, le bureau & le tiroir dans lequel le vol avoit été fait, ainsi que la chambre & le lit de ce domestique.

Le cinq juillet 1692, à dix heures du soir, un vendeur de vin & sa femme furent égorgés à Lyon, dans une cave : on ne put découvrir ni soupçonner les auteurs du crime. Jacques Aymar annonça qu'il pourroit trouver les coupables, pourvu qu'il commençât à prendre son impression dans l'endroit où le meurtre avoit été commis. A peine fut-il entré, que son pouls s'émut comme dans une fièvre aigue, & qu'il tomba en défaillance sur le lieu où l'on avoit trouvé les cadavres de la femme & du mari. Sa baguette y tournoit avec rapidité. Guidé par une sensation intérieure, disent les relations du temps, Aymar suivit les rues ou les assassins avoient passé, entra dans la cour de l'archevêché, & sortit de la ville par le pont du Rhône. Arrivé à la maison d'un jardinier, il soutint que les meurtriers étoient au nombre de trois & y avoient bu du vin; deux enfans avouèrent en effet que pendant une absence de leur père, trois hommes étoient venus dans la maison, & avoient bu du vin de cette bouteille que la baguette avoit indiqué. Jacques Aymar suivant après leur trace, dit reconnoître leur gîte, les lits où ils avoient couché & les verres dont ils avoient fait usage. Arrivé, à Beaucaire, il s'arrêta devant la porte d'une prison, il assura que l'un des coupables devoit y être renfermé. On ouvrit, & plusieurs prisonniers lui furent présentés : mais à l'aspect d'un bossu, il éprouva une sueur abondante, & la baguette désigna cet homme pour l'un des complices. Aymar voulut chercher les autres; il découvrit qu'ils avoient pris le chemin de Nîmes; mais il ne les suivit pas plus loin.

Jacques Aymar étoit un homme rusé, qui jugeoit assez bien, en voyant les circonstances locales & en prenant divers renseignemens, de la manière dont les choses avoient pu se passer.

Le bossu, transféré à Lyon, nia d'abord d'avoir connoissance du meurtre, & même d'avoir été à Lyon; mais confondu sur la route par les hôtes qui lui soutenoient qu'il avoit logé chez eux en descendant par le Rhône, il avoua, lorsqu'il fut à Bagnols, qu'il étoit coupable. Aymar alla ensuite jusqu'à Toulon, à la poursuite des deux autres complices qu'il dit s'être embarqué, & il cessa ses recherches. Le procès du bossu s'instruisit pendant ce temps; & d'après les informations & les aveux du coupable, qui parurent justifier les démarches indiquées par la baguette, il fut exécuté le 30 août 1692. *Relat.* de la garde; Brosset. *Hist. de Lyon*; *philos. Corpusc.*, *&c.*

La réputation de Jacques Aymar se répandit ensuite prodigieusement dans plusieurs autres provinces, où il employa les mêmes procédés divinatoires dans différentes circonstances. Il fut ensuite mandé à Paris, où il échoua complettement. La preuve en est dans la lettre suivante d'un témoin oculaire, laquelle parut dans le temps, sans aucune réclamation, & qu'on peut voir dans la *collection académique*, tome VI, pag. 252 & 253. Il est à propos de la faire connoître dans un ouvrage de la nature de celui-ci.

« M. le prince ayant fait venir à Paris Jacques Aymar, pour s'assurer par ses propres yeux de l'effet de la baguette, il alla lui-même avec ce paysan dans un endroit de la rue S. Denis, où

un archer du guet avoit été tué à coups d'épée par des mousquetaires; Jacques Aymar passa deux ou trois fois sur le lieu sans que la baguette tournât; il dit pour excuse qu'elle ne tournoit que pour les assassinats prémédités & pour les vols, mais non pour les meurtres commis dans la colère ou dans l'yvresse, & que pour toute sorte de crimes elle n'avoit point d'effet lorsque les coupables avoient tout avoué; c'est pourquoi on le mena à la rue de la Harpe, dans une maison où il s'étoit fait un vol que l'auteur nioit constamment, quoiqu'il eût été surpris en flagrant délit, & qu'il fût chargé de plusieurs dépositions; la baguette y demeura immobile, & le paysan n'en put alléguer aucune raison ».

Les épreuves qu'on en fit ensuite à Versailles & à Chantilly n'eurent pas plus de succès; & Jacques Aymar fut ensuite obligé d'avouer au prince de Condé que son prétendu talent n'étoit qu'une pure supercherie. M. le prince, pour détromper le public, permit que la lettre qu'on vient de rapporter fut insérée dans le journal des savans de cette année. Mais la preuve suivante donne le complément à la démonstration.

M. l'abbé Gallois convainquit d'imposture, en présence de l'académie des sciences, Jacques Aymar: l'ayant mené dans la cour de la bibliothèque du roi, où l'académie tenoit alors ses séances, il lui montra une bourse de louis que M. de Colbert avoit remise pour cette épreuve; il lui dit qu'il alloit la cacher dans le jardin. Après avoir remué la terre en quelqu'endroit, M. l'abbé Gallois vint rejoindre l'assemblée, & dit à Jacques Aymar qu'il pouvoit aller chercher dans la plate-bande qui venoit d'être labourée. Au bout de quelques temps de recherches, Jacques Aymar dit à l'assemblée que la bourse étoit au pied du mur, du côté du cadran; alors M. l'abbé Gallois qui, au lieu d'avoir enterré cette bourse, l'avoit adroitement donné à un de ses amis à garder, avant même d'entrer dans le jardin, afin d'ôter tout prétexte, la reprit & la montra à J. Aymar pour le convaincre de son imposture; ce charlatan confus se retira aussi-tôt, & retourna bientôt après à Saint-Veran, près de Saint-Marcellin, en Dauphiné.

Le père le Brun rapporte qu'en présence de M. de la Hire, & de quelques autres physiciens, on amena un jeune homme qu'on disoit avoir fait des expériences devant le père la Chaise, pour discerner avec la baguette les vraies médailles d'avec les fausses. Il prit une baguette fourchue; M. de la Hire lui tint une main & le père le Brun l'autre; & quoiqu'ils fussent dans l'endroit même où toutes les eaux d'Arcueil passent, & immédiatement sur un tuyau de cent pouces d'eau, la baguette resta constamment immobile. On cacha ensuite diverses pièces d'argent & de cuivre; on remua, après cette opération, la terre en plusieurs endroits où il n'y avoit rien pour lui donner le change. M. de la Hire fit passer le petit garçon sur tous ces endroits; mais la baguette ne tourna nulle part.

Par-tout où des personnes qui ne seront pas imbues des préjugés, feront répéter ces sortes d'épreuves, on sera convaincu que ceux qui font tourner la baguette sont des imposteurs, & ceux qui y croient des dupes. Pour détromper les gens crédules qui sont par-tout en grand nombre, j'ai fait faire beaucoup de ces prétendues expériences, & toujours j'ai été assez heureux pour démasquer le charlatanisme & l'imposture. Quelquefois j'ai trouvé des gens de la campagne qui, par le motif d'un intérêt pécuniaire, cherchoient à faire des dupes; d'autres fois des personnes riches, qui croyoient obtenir une sorte de petite célébrité, ou qui vouloient passer quelques momens agréables en faisant illusion; rarement j'ai vu des gens de bonne foi, qui par un mouvement musculaire qu'ils croyoient n'être pas volontaire, imprimoient un mouvement de rotation à la baguette, & se persuadoient qu'il ne dépendoient pas d'eux, tant l'imagination est capable de séduire l'homme même vertueux. Afin de mieux expliquer ma pensée, je vais dire quelques mots sur le procédé qu'on emploie pour faire tourner la baguette, procédé bien propre à en imposer à la multitude qui a des yeux & qui ne voit pas.

La baguette dont on se sert est ordinairemen fourchue, & de la figure d'un Y: cela supposé, on la tient fortement par les deux extrémités, entre les deux mains, la paume de la main étant tournée en haut; je réussis mieux encore, en ne serrant chaque bout qu'avec l'index & les deux doigts suivans de chaque main, le petit doigt plié étant en dessous de la baguette. Dans cette position, on éprouve que le mouvement de pression des muscles des trois doigts fait tourner facilement la baguette, en y ajoutant un tour de poignet qui paroît imperceptible aux yeux les plus attentifs, mais le mouvement de la partie inférieure de l'Y devient très-marqué, & d'autant plus sensible qu'il est plus éloigné du centre de mouvement, à-peu-près comme dans le mouvement de rotation d'un levier; la portion qui est voisine du point d'appui ne paroît pas se mouvoir, tandis que celle qui en est très-éloignée a un mouvement considérable. Le principe de ce mouvement dépend donc totalement de la disposition forcée du systême musculaire du bras & du poignet qui tend en se redressant à se remettre dans son état naturel. En écartant ensuite un peu les deux coudes, & les deux branches de la baguette, & continuant à serrer également dans les deux mains, on force la partie inférieure de la baguette fourchue à faire un mouvement de rotation, qui aura lieu, même quand une personne tiendroit le poignet du sourcier: un

peu d'exercice en apprendra plus que le discours le plus étendu. Je puis assurer qu'il sera facile à quiconque le désirera de se rendre habile dans cette espèce d'opération. On choisit du bois de coudrier pour faire une baguette, parce que ce bois étant pliant, ne casse pas facilement malgré la torsion : mais d'autres espèces de bois peuvent avoir la même qualité.

Pour désabuser bien des personnes dont les préjugés sur cette matière étoient très-enracinés, j'ai fait croire, pour un instant, que j'avois le don de la baguette divinatoire; je l'ai fait tourner, j'ai désigné en conséquence des sources d'eau qu'on a effectivement trouvées; j'ai fait cacher dans des appartemens & dans des champs différens objets, & je les ai toujours devinés. Les moyens naturels pour découvrir les sources que j'ai rapportés plus haut, me servoient très-bien dans le permier cas. Dans le second, c'étoient toujours les personnes qui avoient caché, qui, sans le vouloir, me révéloient leur secret, par les moyens même qu'elles employoient pour me le céler encore mieux; elles se trahissoient toujours par l'excès des précautions. L'aveu que je leur faisois ensuite de mes moyens, n'a jamais manqué de les persuader.

Dans ces derniers temps on a tâché de donner un nouvel appui au préjugé populaire, en ayant recours à une baguette courbée en arc de sphéroïde allongé; cette baguette étoit alors placée sur l'index de chaque main, écartée l'une de l'autre, de telle sorte que le point d'appui étoit environ au quart de la longueur de la baguette, la courbure étant tournée vers la terre.

A la vérité, dans cette position, on ne peut attribuer le mouvement de circulation de la baguette au mouvement forcé des muscles des doigts, ou à celui des poignets; mais dans cette circonstance l'effet dépend du mouvement alternatif de rapprochement & d'éloignement des deux mains, & de la courbure de la baguette dont le centre de gravité & les points d'appui changent continuellement de place; ce qui produit ce mouvement de circulation. On sera bientôt convaincu de cette vérité, si on fait attentivement cette expérience en particulier, en plaçant sur le milieu des deux index une baguette de fer un peu courbée, de la manière qu'on l'a décrit plus haut; & en rapprochant & éloignant successivement les deux mains, on la verra tourner dès qu'on aura acquis un peu d'habitude. Ceux qui ont un intérêt à en imposer, ont l'art de faire ce mouvement alternatif, d'une manière peu visible & cependant réelle.

Confirmons ce que nous venons de dire par le témoignage d'un savant qui a également vu les choses de près, & avec de bons yeux. M. Demours, qui a sur-tout assisté aux expériences que Bletton a faites au jardin des apothicaires, assure avoir observé un manége adroit dans ce sourcier.

« De retour chez moi, dit-il, je me procurai un fil de fer de la grosseur à-peu-près & de la longueur de celui que j'avois vu entre les mains de Bletton; je le courbai en arc, & l'ayant mis sur mes deux doigts index, la convexité tournée en bas, en rapprochant insensiblement les deux points d'appui, je trouvai que la position ou le poids des deux extrémités de cette baguette l'emportoit sur celui de la partie moyenne contenue entre mes deux mains; alors en éloignant sur le champ d'un très-petit intervalle les deux points d'appui, cette partie moyenne tomboit en tournant, & achevoit ainsi une révolution complette, qui étoit suivie d'autant d'autres, toutes les fois que j'approchois, & que j'éloignois les points d'appui l'un de l'autre. En répétant plusieurs fois cette petite manœuvre, je suis parvenu à faire faire à la baguette cent dix tours par minute, & je ne doute pas que quiconque voudra s'en donner la peine, ne parvienne, avec l'habitude nécessaire, à lui en faire faire cent trente comme Bletton. Connoissant une fois la cause du mouvement de la baguette, je suis venu à bout de la faire tourner comme lui sur les mains des autres ».

Tout le monde peut donc se convaincre par soi-même, que le mouvement d'une baguette arquée est entièrement dû à une manipulation & aux loix de la pésanteur, & non aux impressions d'un fluide *électro-magnétique;* en se procurant un fil de fer d'environ deux pieds de long, de deux lignes de diamètre, & en lui donnant la forme d'un arc qui feroit portion d'un cercle dont le rayon seroit de deux pieds (cette courbure paroît la plus favorable), on parviendra bientôt, avec un peu de patience, à lui imprimer un mouvement de rotation : une baguette de bois, de verre ou de toute autre substance, réussit à-peu-près de même, cependant les baguettes de métal tournent plus aisément.

Il est certain, dit le père Malbranche, que les causes matérielles, n'ayant ni intelligence ni liberté, elles agissent toujours de la même manière dans les mêmes circonstances des corps, ou dans les mêmes dispositions de la matière qui les environne, & que dans les causes purement matérielles, il n'y a point d'autres circonstances qui déterminent leurs actions, que des circonstances matérielles. Les corps ne peuvent agir les uns sur les autres que par leur choc : cela supposé, quelque vertu qu'on veuille imaginer dans l'eau & le bâton fourchu, il est évident que l'eau étant à découvert, doit agir plus fortement dans la baguette, que lorsqu'elle est cachée sous terre, puisqu'alors l'eau & & la baguette sont plus proches; car la découverte que nous avons de leur découverte, ne change rien ni dans l'eau, ni dans la ba-

guette. De même, il est clair que qui que ce soit qui tienne la baguette, de quelque manière qu'on la tienne, quand même ce seroit avec des tenailles, elle devroit se pencher également, de même que l'aimant agit également sur le fer, qui que ce soit qui le tienne, & qui l'en approche. Que si on prétend que le tempérament contribue à l'action de la baguette, on demandera si on a vu quelqu'un d'un tel tempérament, qu'en tenant en sa main un flambeau, le flambeau n'éclairoit plus.

Supposons enfin telle vertu qu'on voudra, on soutient qu'il est impossible de savoir la profondeur de la source, & combien on trouvera au-dessous d'argille, de sable, de roche, &c., & si la source sera abondante; car une source plus abondante & moins profonde, devroit agir naturellement sur la baguette, autant qu'une plus abondante, mais plus profonde & plus éloignée, puisque toutes les vertus naturelles & nécessaires, agissent également dans des distances égales : ainsi elles font nécessairement le même effet, lorsque le sujet sur lequel elles agissent, est dans des distances différentes, mais réciproquement proportionnelles à leurs forces. Quoique deux flambeaux, par exemple, aient une lumière inégale, ils peuvent éclairer également un objet, si on suppose cet objet plus proche du petit flambeau que du grand. Ainsi, on ne peut juger de la profondeur d'une source, qu'en supposant qu'on en connoît l'abondance, ni de son abondance que par la connoissance de la profondeur.

Il semble qu'un génie ennemi de la vérité, fasse de temps en temps des efforts pour faire reparoître des préjugés victorieusement détruits. En 1772 on parla beaucoup d'un nouvel hydroscope ; on prétendit que le jeune Parangue, non-seulement découvroit les sources, mais qu'il les voyoit dans la terre, qu'il suivoit leur direction & déterminoit leur profondeur. M. Menuret, médecin de Montelimart, écrivit à l'académie des sciences de Paris, une lettre dans laquelle il donnoit le récit de quelques faits relatifs à cet objet : d'autres personnes également dignes de foi attestèrent ces faits qu'ils avoient vus; mais les vrais physiciens ne furent point séduits, & n'apperçurent dans tout ce qu'on leur disoit que la supercherie de Parangue & de ceux qui le conduisoient. Des lettres très-détaillées de M. Faujas, premier juge de Montelimart même, ville qui fut le lieu de la scène & le théâtre où on avoit joué plusieurs de ces espèces de représentation; ces lettres authentiques, & attestations légales faites dans toutes les formes les plus rigoureuses, démontrèrent la fausseté & l'absurdité de tout ce qui avoit été avancé. Il fut prouvé que cet enfant s'étoit trompé bien des fois; qu'après avoir indiqué les routes d'une eau souterreine, il lui étoit arrivé de s'écarter du vrai chemin, lorsqu'on avoit voulu le faire revenir sur ses pas. Des signaux placés à son insçu furent des pièces de conviction contre lui. Voici un fait, entre plusieurs, qui ne laisse aucun doute. Il assura que dans un tel endroit, près d'un château où on l'avoit mené, à quelque distance de Montelimart, il y avoit une très-grosse source, mais qu'elle étoit si près de la superficie de la terre, qu'il ne pouvoit pas en déterminer la profondeur; il assura qu'elle n'étoit tout au plus qu'à deux pieds. On creusa jusqu'à dix pieds, & on ne trouva rien.

Malgré les démonstrations qu'on avoit données de la supercherie du jeune Parangue & de ses consorts, M. Sauri fit un petit ouvrage dans lequel il prétendoit expliquer le phénomène supposé qui consistoit, selon lui, à appercevoir l'eau couler sous terre par le moyen des sensations; les uns vouloient que ce fut par le sens de la vue, les autres par le sens du tact, par les impressions que faisoient les vapeurs sortant de terre; impressions différentes, selon l'éloignement d'où partoient les molécules aqueuses. La meilleure réponse qu'on fit à la brochure de M. Sauri, fut celle de l'*introscope*, dans laquelle un anonyme prétendit, en le persiflant, qu'il y avoit une personne qui voyoit au travers du corps tout ce qui se passoit dans l'âme, les pensées les plus cachées, & les sentimens les plus secrets. *Voyez* HYDROSCOPE.

On a beaucoup parlé du fameux Bletton, dont j'ai eu occasion de suivre les allures, ainsi que je l'ai dit plus haut; il n'étoit qu'un rusé charlatan qui savoit profiter habilement de toutes les circonstances naturelles qui se présentoient, & sur-tout de ce que plusieurs curieux lui disoient de bonne foi sans s'en appercevoir. Ce qui engage quelque personnes à adopter plusieurs faits merveilleux, & sur-tout ceux qui sont relatifs à la baguette divinatoire, c'est la probité de ceux qui les rapportent; mais on devroit considérer que la probité n'est point à l'abri des prestiges de l'imagination & des illusions de la crédulité. Quoiqu'il en soit, par le procès-verbal des diverses expériences faites au jardin de l'abbaye de Ste Geneviève, le 29 mai, le 5 & le 17 juin 1782, en présence de divers savans, il conste que Bletton s'est souvent trompé; que repassant sur les mêmes endroits, tantôt il a dit qu'il y avoit de l'eau, & tantôt qu'il n'y en avoit pas; qu'il a assuré qu'il n'y avoit pas d'eau dans des endroits où on étoit sûr qu'il en existoit, & qu'on en trouveroit dans des lieux où il étoit certain qu'il n'y en avoit point. On peut voir le détail de ces différentes épreuves, dans le journal de physique de l'année 1782.

Il n'est point de forme que l'imposture n'ait prise pour abuser de la crédulité des hommes, sur-tout dans les siècles d'ignorance & de barbarie : celle des hydroscopes a existé très-anciennement en Espagne. Martin del-Rio assure qu'on y trouvoit

y trouvoit des hommes dont la vue étoit assez pénétrante pour distinguer sous la terre les veines d'eau, les métaux, les trésors, & les cadavres. Ces hydroscopes, connus en Espagne sous le nom de *Zahuris* ou *Zahories*, avoient, suivant l'auteur qu'on vient de nommer, les yeux fort rouges, & il assure avoir vu à Madrid, en 1575, un jeune homme de cette espèce.

Dans un ouvrage intitulé : *Mémoire instructif pour un voyageur*, imprimé en 1738 à Amsterdam, on lit que « si on fait attention sur le rayon de lumière qui part de la fontaine de Cintra en Portugal, en s'élevant perpendiculairement vers le soleil, & qu'on apperçoit de loin, on ne doit plus être surpris qu'un frère religieux de Lisbonne puisse découvrir les amas d'eau qui sont sous la terre à cinquante & cent palmes de profondeur, en regardant fixement le soleil à midi; car il voit alors la vapeur qui s'élève perpendiculairement vers le soleil depuis l'endroit où l'eau est cachée. Il seroit à souhaiter qu'on pût expliquer aussi aisément par quel moyen la femme du sieur Pedegache, marchand françois, peut voir distinctement ce qui se passe dans l'intérieur du corps humain & jusques dans les entrailles de la terre. Voici quelques faits constans dont la vérité est universellement reconnue dans Lisbonne ».... Nous faisons grace ici à nos lecteurs de plusieurs récits ridicules, & entièrement incroyables que cet auteur rapporte : ce qu'on en a dit en général, suffit pour prouver qu'il est peu d'absurdités que l'esprit du vulgaire n'ait crues.

De tout ce qu'on vient de voir on doit conclure qu'il en est de la baguette comme de cette fameuse dent d'or qui fit autrefois tant de bruit en Allemagne. Sur la fin du seizième siècle, un homme de Silésie voulant profiter de la crédulité populaire, annonça un fils âgé de sept ans que la nature avoit gratifié d'une dent d'or. Aussi-tôt on vint de toutes parts voir cette merveille, & plusieurs savans crurent qu'un phénomène aussi extraordinaire méritoit bien d'être expliqué. En 1693, 1694, & 1695, les docteurs Horstius, Rullandus, Ingolsteturus, Libavius écrivirent l'histoire de cette dent; le premier dit qu'elle avoit été envoyée de Dieu pour la consolation des chrétiens affligés alors par les turcs.

La grande différence des opinions qui résultoit de tant de dissertations qu'on composa alors, fit naître de grandes disputes selon la coutume, & les écrits étoient déjà fort multipliés, lorsqu'un orfèvre, sans se mettre en peine du sentiment des philosophes, voulant en juger par lui-même, découvrit que la dent si vantée ne différoit des autres que par une feuille d'or artistement appliquée.

Mais quelle peut être l'origine du préjugé de la baguette divinatoire ? C'est peut-être parce que de tout temps un bâton ou une baguette a été le signe le plus ordinaire de la puissance donnée aux hommes. Aussi est-il peu d'opérations magiques attribuées aux divinités fabuleuses où les poëtes n'aient fait entrer des baguettes. Pallas, Mercure, la fameuse Circé, &c., sont représentés par les poëtes opérans des prodiges avec une baguette. Les brachmanes des Indes, de Perse, &c. faisoient leurs divinations avec une baguette, de même que les magiciens d'Egypte.

On prétend que les juifs reçurent des Chaldéens cette pratique superstitieuse que le prophète Osée condamne : *Populus meus in ligno suo interrogavit & baculus ejus annunciavit ei*, &c. Mais ce mot de bois signifie en hébreu une idole ou statue. D'autres ont cru que ce que dit l'écriture de la baguette de Moyse qui fit sortir de l'eau d'un rocher dans le désert, a donné lieu à penser qu'une baguette de même bois devoit avoir quelque vertus singulière pour faire trouver de l'eau.

BAIN. Il consiste en général dans l'application d'un liquide dans lequel on se plonge. Etant dans l'air, nous sommes toujours dans une espèce de bain, & l'action de l'air agit continuellement sur notre corps par ses différentes qualités; mais l'usage a restreint la notion du bain à l'action de se plonger du fluide dans lequel nous sommes accoutumés de vivre dans un autre qui en est différent.

Il paroît que les bains sont très-anciens, car de tout temps on a dû se laver & se rafraîchir le corps au bord des ruisseaux & des rivieres, & être invité à se plonger dans l'eau par les sensations agréables qu'on éprouvoit sur-tout dans la saison des chaleurs, & principalement dans les climats brûlans. Homère parle des bains, Cassiodore fait aussi mention des thermes d'Achille & d'Agamemnon. Les orientaux & ensuite les grecs & les romains ont construit des bains publics avec beaucoup de magnificence. Vitruve a donné la description de différens édifices publics, consacrés aux bains; les uns étoient ordinairement joints aux gymnases ou palestres, parce qu'en sortant des exercices on prenoit le bain; d'autres étoient détachés des palestres. Il y avoit aussi dans les uns & les autres des salles de bains chauds. Selon Pline, les bains ne furent en usage à Rome que du temps de Pompée; dès-lors les édiles eurent soin d'en faire construire plusieurs. Dion, dans la vie d'Auguste, rapporte que Mécène fit bâtir le premier bain public; mais Agrippa, dans l'année de son édilité, en fit construire cent soixante-dix. A son exemple Néron, Vespasien, Tite, Domitien, Sévère, Gordien, Aurélien, Dioclétien, & presque tous les empereurs qui cherchèrent à se rendre agréables au peuples, firent

bâtir des étuves & des bains avec le marbre le plus précieux, & dans les règles de la plus belle architecture, où ils prenoient plaisir à se baigner avec le peuple. On prétend qu'il y avoit jusqu'à huit cent de ces édifices répandus dans tous les quartiers de Rome. D'autres disent qu'il y en eut mille vingt-quatre, tant publics que particuliers. On voit encore en France des bains romains plus ou moins bien conservés ; par exemple, à Lyon, à Nîmes, &c. ; outre les bains publics, il y en avoit encore de particuliers. Parmi nous les bains publics ne sont autre chose que de grands bâteaux, sur lesquels on a construit en bois de petits édifices, & dans lesquels on peut prendre le bain dans l'eau même des fleuves ou rivières.

Il y a autant d'espèces de bains qu'il y a de fluides différens dans lesquels on peut se plonger ; cependant le mot de bain, en général, est réservé à celui qu'on prend dans l'eau. On peut prendre des bains dans le lait, &c., &c. On en peut prendre même dans le sable, dans la terre ; les gens de l'art les prescrivent quelquefois avec succès. Un illustre physicien, Franklin, a conseillé de prendre des bains d'air ; il ne faut pour cet effet que se dépouiller de ses vêtemens ; ils rafraîchissent beaucoup, & facilitent l'évaporation de la matière perspiratoire.

On peut donner aux divers fluides qui sont la matière des bains différens degrés de chaleur ou de froid ; l'eau peut être plus ou moins chaude, & plus ou moins froide. M. Pomme, célèbre praticien, a employé avec beaucoup de succès les bains froids & même les bains à la glace, surtout dans les maladies nerveuses. Les bains, de quelque espèce qu'ils soient, peuvent être pris en y plongeant tout le corps, ou simplement quelques parties : ce qui forme la division des bains en entiers & en partiels ; on les divise encore en naturels & artificiels ; ceux-ci sont composés de substances médicamenteuses ; & ceux-là de fluides naturels, principalement d'eau, tels que l'eau de mer, l'eau de rivière, les eaux thermales, naturellement chaudes, les eaux minérales qu'on trouve en divers endroits de la surface de la terre, principalement dans les pays de montagnes.

Lorsqu'on prend des bains on doit choisir préférablement à toute autre, de l'eau courante, telle que celle des ruisseaux dont l'eau est limpide, & qui coule sur un fond sabloneux ou couvert de petits cailloux, celle des rivières & des fleuves dont le cours est rapide. On doit éviter avec soin celle des étangs, des mares, des canaux dans lesquelles des plantes & des animaux se putréfient ; ces bains bien loin d'être salubres seroient des causes de maladies très-graves.

Les principaux avantages des bains ordinaires sont de laver le corps & d'enlever de dessus sa surface le sédiment de la matière de la transpiration qui obstrue les pores & nuit conséquemment à la liberté de la transpiration ; d'assouplir la peau en l'humectant, de fournir aux pores absorbans des molécules aqueuses, &c. Franklin rapporte qu'on a trouvé plus pesant, après le bain qu'auparavant, un homme qu'on avoit fait rester à dessein plus long-temps dans l'eau ; le bain rafraîchit encore, parce que l'eau ayant environ neuf cent fois plus de pesanteur spécifique que l'air, & conséquemment plus de densité, le contact de l'eau sur la superficie du corps humain se faisant en plus de points, il faut que le corps communique plus de degré de chaleur à l'eau qui l'environne qu'à l'air qui l'entoure, ce qui forme le rafraîchissement, objet aussi salubre qu'agréable. Les bains fortifient le tempérament, & c'est une pratique salutaire que de baigner souvent les enfans dès l'âge le plus tendre. Un philosophe a dit avec beaucoup de raison : mères, plonger vos enfans dans l'eau, c'est les plonger dans le styx ; c'est les rendre invulnérables comme Achille.

Un des meilleurs ouvrages qui aient été fait sur l'objet de cet article, est le *Traité théorique & pratique des bains d'eau simple & d'eau de mer*, par M. Marteau, qui remporta le prix proposé par l'Académie de Bordeaux sur cette question : *Déterminer l'action & l'utilité des bains, soit d'eau douce, soit d'eau de mer.* Nous croyons à propos d'en donner une idée, sur-tout de la partie qui a rapport à la Physique.

L'eau du bain peut agir par ses propriétés absolues, la *pesanteur* & la *fluidité*, & par ses qualités accidentelles & relatives, sa *salure* & sa *température*, c'est-à-dire, par ses différens degrés de *chaleur* ou de *froid*. Ces différentes propriétés & qualités de l'eau agissent par leur somme, quand elles conspirent au même effet. C'est ainsi que la pesanteur & le froid du bain concourent à resserrer les fibres, & ce resserrement est le produit de la somme de ces deux causes. Quelquefois au contraire elles tendent à un but opposé. C'est ainsi que tandis que la pression de l'eau tend à resserrer & à condenser les fibres, la chaleur humide du bain les relâche & les amollit. Il en est de même encore de la pression qui tend à insinuer l'eau dans les pores absorbans, tandis que la température froide, en saisissant & resserrant ses tuyaux, s'oppose à cette pénétration. Dans tous ces cas l'action du bain est le produit de l'excès d'énergie d'une ou plusieurs de ces causes sur les causes opposées.

Lorsque le corps humain est dans le bain, il

est chargé non seulement du poids de l'air atmosphérique qui répond à la surface du corps, mais encore de celle de l'eau même. La superficie du corps humain étant de quinze pieds quarrés, selon les docteurs Vainvricht & Quincy, elle est donc la base de quinze colonnes d'air d'un pied quarré & de la hauteur de l'atmosphère, & de plus de quinze colonnes d'eau d'un pied quarré de base, chacune avec une hauteur égale à celle de l'immersion; cette dernière pression est d'autant plus grande que le fluide ambiant a plus de densité : ainsi le bain d'eau de mer, toutes choses égales, produit une plus forte pression, parce qu'elle est plus dense & plus pesante que l'eau douce. La pression qu'on éprouve dans le bain est donc en raison composée de celle des quinze colonnes d'air atmosphérique dont on a parlé, des quinze colonnes d'eau & de la densité de ces dernières. Chacune de ces colonnes d'air est de 2240 livres; quinze de ces colonnes exercent donc une pression de 33600 livres sur la surface du corps d'un homme de moyenne taille, à laquelle pression il faut ajouter celle qui résulte de la pression des quinze colonnes de l'eau du bain.

D'où il suit que les différentes situations dans le bain peuvent augmenter ou diminuer la force de cette pression, & qu'elle n'est jamais égale sur toutes les parties du corps. Un homme de grande taille, par exemple, plongé debout à la hauteur de cinq pieds dans la riviere, supporteroit une augmentation de poids un peu moindre qu'un septième de trente-deux à trente-trois pieds d'eau équivalent au poids de la colonne atmosphérique. Assis dans un bain, c'est-à-dire, plongé d'environ deux pieds & demi, il ne supporteroit que l'augmentation d'environ un quatorzième.

Cette augmentation de poids dans le bain est assez considérable pour produire des effets sensibles & des révolutions importantes dans l'économie animale. Le premier effet est la gêne du mouvement. Il est toujours plus difficile dans un fluide, plus dense, plus pesant, & qui par conséquent résiste plus. Il est par conséquent moins libre dans l'eau que dans l'air, & plus gêné dans l'eau marine que dans l'eau douce. Le second effet est une sensation de plaisir ou de douleur que produit le choc & le frottement des molécules aqueuses sur la peau.

Cette force compressive tend à resserrer tous les points de la surface, à les rapprocher, à les condenser. « Elle raccourcit donc les fibres, les rend plus cohérentes, par conséquent plus élastiques & plus fermes, dit M. Marteau. En resserrant les fibres, elle diminue le calibre de tous les genres de vaisseaux cutanés. Elle force donc le sang & les humeurs à refouler vers l'intérieur dans le grand torrent de la circulation. Par conséquent dans un temps donné il revient au cœur une plus grande quantité de sang qu'il n'en recevoit dans une mesure de temps égale avant l'immersion. Par une suite nécessaire de cette plus grande affluence de sang aux ventricules, le cœur augmente la force de ses mouvemens de sistole; car la réaction du cœur est toujours proportionnelle à l'action des fluides sur ses parois. Par une conséquence nécessaire encore, la force trusive des artères est augmentée dans toutes les parties où la pression n'exerce pas son pouvoir, & n'oppose pas des résistances invincibles; car personne n'ignore que le jeu libre des artères est toujours proportionnel aux mouvemens du cœur ». D'où on peut inférer, non que la vîtesse de la circulation soit accélérée, ce seroit un état de fièvre, mais qu'elle acquiert de la force & de la vigueur dans les parties sur-tout que la charpente osseuse met à l'abri de la pression, &c.

Un autre effet de cette pression, c'est une sorte de difficulté de respirer qu'éprouvent ceux qui sont plongés dans l'eau jusqu'aux épaules (abstraction faite de la température du bain qui peut augmenter cet effet). La raison de ce phénomène c'est que l'air intérieur n'est plus en équilibre avec les fluides qui compriment l'extérieur de la poitrine. La colonne d'eau qui la presse est un surcroît de charge ajouté au poids de l'atmosphère, &c.

C'est à la faveur de la pression que la fluidité de l'eau joue aussi son rôle dans le bain. Son premier effet est de délayer, humecter, détremper, dissoudre, & ensuite entraîner par une douce collision les crasses & les ordures collées à la surface de la peau. On les voit quelquefois surnager l'eau des premiers bains, comme ces flocons légers qui surnagent le vin quand il s'aigrit dans des bouteilles à demi vides. Cette détersion seroit en soi-même un avantage réel; elle suffiroit pour emporter bien des causes des prurits incommodes, & rétablir la liberté de la transpiration insensible que gêne l'obturation des pores extérieurs. Mais la fluidité de l'eau ne borne pas ses effets à l'épiderme.

La peau étant une espèce de crible percé de millions de pores exhalans & inhalans, c'est-à-dire, de trous propres à laisser sortir & entrer des torrens invisibles. On ne sauroit douter que les molécules les plus subtiles du fluide dans lequel on prend le bain, ne s'insinuent par ces orifices dans le corps, & ne pénètrent dans les veinules lymphatiques qui les portent & les entraînent dans le torrent de la circulation. Cette pénétration est plus prompte dans le bain chaud que dans le bain tiède, & moins lente dans le bain tiède que dans le bain froid.

Les effets de cettte absorption sont 1°. le ra-

mollissement des fibres écartées & alongées par l'interposition des molécules aqueuses; 2°. de nétoyer & de déboucher les tuyaux qui les reçoivent; 3°. de délayer & de détremper les liqueurs; d'en diminuer la viscosité; 4°. cette pénétration de l'eau jusques dans les grosses veines fait une addition à la somme des liqueurs.

Au sortir du bain le corps est dégagée de l'excès de pression extérieure; la force de la circulation est augmentée, & la résistance diminuée du côté de la peau. La transpiration joue plus librement; on sent une nouvelle force, à moins que la durée du bain n'ait été trop prolongée.

Le bain agit encore par la chaleur & la froideur de l'eau. On aura une idée de cette action, en se rappelant ce qui se passe lorsqu'on plonge un thermomètre à grosse boule & à tube étroit dans l'eau chaude, & un autre dans de la glace pilée. Dans le premier cas on observe que la liqueur commence par descendre, parce que la boule étant raréfiée, & sa capacité augmentée, la liqueur contenue dans le tube doit descendre dans la boule. Un instant après elle remonte, parce que la chaleur s'étant communiqué de la boule à la liqueur qui y est contenue, celle-ci est raréfiée & augmente de volume; c'est le contraire dans le second cas. Dans un bain d'eau chaude les solides de notre corps sont raréfiés; le diamètre des vaisseaux est augmenté; ensuite les liqueurs qui y sont contenues augmentent de volume. Les effets de cette raréfaction des liqueurs sont la fluidité & la mobilité, parce que leurs parties intégrantes sont plus écartés les unes des autres par l'interposition des molécules ignées. Ainsi l'effet de la chaleur de l'eau des bains est le relâchement des solides & la raréfaction des fluides.

Les pores du corps étant alors dilatés, l'eau du bain soumise aux pressions dont on a parlé plus haut, pénètre avec plus de facilité les pores absorbans. D'un autre côté, la chaleur du bain détermine une dérivation des humeurs à la surface, & leur prépare une issue libre & facile par la voie des sueurs. La raréfaction du sang & le relâchement de la peau ne cessent pas à la sortie du bain chaud: ces deux causes de la sueur subsistent & soutiennent encore pendant quelques heures une transpiration abondante.

Le froid de l'eau produit des effets opposés aux précédens; il en résulte la diminution du calibre des pores cutanés de toute espèce; le resserrement des fibres, la condensation des liqueurs; l'écoulement de l'insensible transpiration se trouve suspendu tout à coup, ou plutôt diminué ainsi que la circulation dans les artérioles sanguines & lymphatiques de la surface; tandis que par une contraction subite & forcée, les veines, qui par-tout les accompagnent, se dégorgent dans les trous plus considérables, avec lesquels elles s'abouchent. Les fluides coulant où ils trouvent moins de résistance, se portent aussi vers la tête, dans laquelle on sent un appésantissement dont on ne se préserve qu'en la plongeant la première, & plusieurs fois dans l'eau froide. Le resserrement des solides, occasionné par le froid du bain, ne se fait qu'à la surface. Le pouls paroît être ralenti dans cette circonstance. La transpiration pulmonaire est augmentée, ainsi que la secrétion de la salive, & notamment celle des urines. Du resserrement soudain des fibres résulte une sensation désagréable & presque douloureuse de saisissement universel; 2°. une augmentation de ressort & de ton dans toutes les parties.

L'action tonique & fortifiante du bain froid dépend de trois conditions, l'immersion subite, la durée de l'application de l'eau froide, & le degré de froid relativement à l'état actuel de la peau. Car le saisissement est moindre pour ceux qui ne se plonge que successivement, & pour ainsi dire en détail; d'un autre côté si l'immersion n'est que momentanée, l'effet ne sera pas notable. Enfin, plus il y a de chaleur à la peau, plus l'eau paroît froide & capable de produire le saisissement. C'est par cette raison que l'eau d'une rivière paroît beaucoup plus douce à ceux qui se baignent à la rivière vers les deux heures du matin qu'à ceux qui choisissent l'ardeur de l'après-midi. Dans le fait, la chaleur de la rivière baisse la nuit; mais comme celle de l'atmosphère diminue beaucoup plus, l'air que nous respirons & qui nous environne, se trouve plus frais, la peau moins chaude & moins susceptible de saisissement, parce qu'il y a moins de distance de son degré de chaleur à celui de la rivière qu'il y en avoit dans le jour.

On peut administrer le bain froid d'une autre manière, en affoiblissant lentement la chaleur par l'addition de l'eau froide; elle peut être préférable quand on a moins en vue de relever le ton des solides, que de calmer la raréfaction des fluides: ce n'est pas que ce bain ne soit tonique & fortifiant, mais il l'est moins que l'immersion subite dans l'eau froide.

L'effet des bains partiaux se mesure sur l'action du bain universel, & s'explique par les mêmes principes; les bains partiaux sont ceux dans lesquels l'eau n'est appliquée qu'à une partie du corps. Tels sont les pédiluves ou bains de pieds, ceux de jambes, des mains & des avant-bras; le demi-cuvier, ou bain de fauteuil, dans lequel le corps n'est plongé que depuis le jarret jusqu'aux reins, les jambes hors du bain; & le demi-bain complet, dans lequel la moitié du corps est entièrement en immersion jusqu'aux lombes. C'est improprement

qu'on met au rang des bains partiaux les fomentations & les douches sur quelque partie que ce soit : c'est une simple application de l'eau, & non une immersion. La douche sur-tout tire sa principale efficacité de la force du choc ou de la percussion, bien différente de celle de la simple pression & du mouvement ondulatoire.

Le pédiluve & le bain des jambes froids saisissent & resserrent les vaisseaux de ces extrémités, diminuent leur diamètre, y condensent les fluides & les répercutent brusquement vers les parties supérieures. Le demi-bain froid produit avec plus d'énergie les mêmes effets sur toutes les parties qui sont soumises à son action. Il en est de même de l'immersion durable des mains, & des avant-bras dans l'eau froide, & c'est une observation assez constante que ces reflux d'humeurs, à l'occasion des bains particuliers, portent décidément sur la poitrine, qu'ils fatiguent par des oppressions, des toux, & quelquefois par des crachemens de sang.

Les bains chauds des jambes qui sont d'un usage plus fréquent, produisent des effets opposés à ceux des bains froids; ils donnent plus de souplesse aux tuniques des vaisseaux, & les disposent à céder plus aisément aux efforts des liquides. Ils augmentent sur-tout le calibre & la base des veines, parce que celles-ci rampent à la surface, tandis que les artères ont une position plus profonde : d'un autre côté, l'eau chaude raréfie le sang. Ainsi, par cette double cause, les veines seront plus pleines & plus distendues, &c.

M. Limbourg, dans sa dissertation *sur les bains d'eau simple*, qui, en 1756, mérita l'accessit de l'académie de Dijon, a examiné, conformément au sujet proposé, *la manière d'agir & les effets du bain aqueux simple, par rapport aux différens tempéramens & aux genres de maladies, dans lesquelles il peut être utile.* Pour cet effet, il a d'abord considéré les effets de la gravité ou pesanteur de l'eau, ceux de sa pénétration & ceux de sa température, du mouvement & du repos de l'eau, de sa quantité plus ou moins grande; il a ensuite traité des effets particuliers du bain, ou de ses effets relatifs à l'état des personnes qui se baignent. On voit par-là que M. Limbourg & M. Marteau (il en est de même des autres savans qui ont traité ce sujet), se sont nécessairement rapprochés, en considérant les propriétés absolues de l'eau; c'est pourquoi nous ne nous étendrons pas davantage sur cette matière.

Les bains de vapeur sont en usage en Turquie, & chez plusieurs autres peuples. En général, l'édifice où l'on prend les bains de vapeurs, est un bâtiment rond, fait de pierres de taille, couvert par un dôme ou une coupole, percé dans le centre, & revêtu de vitres pour l'éclairer; dans son milieu, il s'élève une banquette ronde, d'un diamètre proportionné à l'espace du bâtiment, sur laquelle sont assis ceux qui entrent pour se baigner. Sur le plancher, qui est fait de pierres de taille, on verse de l'eau à la hauteur de quelques pouces : cette eau s'élève en vapeur par le feu du fourneau souterrain, & par les tuyaux de fer ou de cuivre qui montent le long des murailles de ce bâtiment. Ceux qui y sont assis, sans la moindre incommodité, suent autant que leur force le leur permet; de-là ils entrent dans une grande chambre, où il y a un bain d'eau tiède, & un autre d'eau froide.

Si l'air & la vapeur étoient renouvelés dans ce bain à chaque moment, comme dans les bains russes, ce seroit le plus salutaire & le plus délicieux des bains dont on fait usage en Europe. Les bains grecs & romains avoient en général le même défaut; l'air & la vapeur ne s'y renouveloient pas. Chez les romains le bain de vapeurs s'échauffoit de même par des fours souterrains; la vapeur s'élevoit de l'eau que l'on versoit sur des planchers de marbre.

Le bain russe est un précis des bains romains & du bain turc de nos jours; car on fait dans une seule pièce tout ce qui se pratique dans les autres bains à la romaine & à la turque, dans quatre ou cinq chambres. Le fond du bain est garni de cailloux de rivière, rendu rouge & presqu'embrasé par le feu qui est dessous; on y verse dessus de l'eau; & à l'instant il s'élève une vapeur épaisse, ardente, qui échauffe tout l'intérieur du bain, dans lequel ceux qui le prennent doivent être tous nus.

On peut augmenter & renouveler cette vapeur ardente, suivant la quantité d'eau que l'on verse sur ces pierres; alors on sue avec abondance. Ces bains sont très-utiles en médecine pour la guérison de plusieurs maladies, & on doit regretter qu'il n'y en ait pas d'établis chez nous : en Angleterre il y en a. Hippocrate, Celse, Galien, Oribaze, les mirent en usage avec succès. On y joint quelquefois des frictions. Voyez pour les détails de construction & de médecine, le *mémoire de M. Aulaine Ribeiro Sanchès*.

Les bains des principales villes de l'Egypte sont tous faits sur le même plan, & tous également fréquentés, parce que le besoin d'être propre dans un climat où l'on transpire beaucoup, les a rendus nécessaires; le bien-aise qu'ils procurent en conserve l'usage.

Le premier appartement que l'on trouve en allant au bain, est une grande salle qui s'élève en forme de rotonde. « Elle est ouverte au sommet afin que l'air pur y circule librement; une large estrade couverte d'un tapis, & divisée en compartimens, règne à l'entour; c'est-là que l'on dépose

ſes vêtemens. Au milieu de l'édifice, un jet d'eau qui jaillit d'un baſſin recrée agréablement la vue. Quand on eſt déshabillé, on ſe ceint les reins d'une ſerviette, on prend des ſandales, & l'on entre dans une allée étroite ou la chaleur commence à ſe faire ſentir. La porte ſe referme; à vingt pas on en ouvre une ſeconde, & l'on ſuit une allée qui forme un angle droit avec la première. La chaleur augmente : ceux qui craignent de s'expoſer ſubitement à une plus forte doſe, s'arrêtent dans une ſalle de marbre qui précède le bain proprement dit. Ce bain eſt un appartement ſpacieux & voûté; il eſt pavé & revêtu de marbre. Quatre cabinets l'environnent. La vapeur ſans ceſſe renaiſſante d'une fontaine & d'un baſſin d'eau chaude, s'y mêle aux parfums qu'on brûle. Les perſonnes qui prennent le bain ne ſont point empriſonnées, comme en France, dans une eſpèce de cuvier, où l'on n'eſt jamais bien à ſon aiſe : couchées ſur un drap étendu, la tête appuyée ſur un petit couſſin, elles prennent librement toutes les poſtures qui leur conviennent. Cependant un nuage de vapeurs odorantes les enveloppe & pénètre dans tous les pores.

Lorſque l'on a repoſé quelque temps, qu'une douce moiteur s'eſt répandue dans tout le corps, un ſerviteur vient, vous preſſe mollement, vous retourne; & quand les membres ſont devenus ſouples & flexibles, il fait craquer les jointures ſans effort, il maſſe & ſemble pétrir la chair ſans que l'on éprouve la plus légère douleur. Cette opération finie, il s'arme d'un gant d'étoffe & frotte longtemps; pendant ce travail, il détache du corps du patient tout en nage, des eſpèces d'écailles, & enlève juſqu'aux ſaletés imperceptibles qui bouchent les pores. Le cabinet où l'on a été conduit offre un baſſin avec deux robinets, l'un pour l'eau froide, l'autre pour l'eau chaude : on s'y lave, enſuite on s'enveloppe de linges chauds, & l'on ſuit le guide à travers les détours qui conduiſent à l'appartement extérieur. Ce paſſage inſenſible du chaud au froid empêche qu'on ne ſoit incommodé. (Les perſonnes délicates s'arrêtent quelque temps dans la ſalle voiſine de l'étuve, afin de n'être pas incommodées en paroiſſant à l'air extérieur. Comme les pores ſont extrêmement ouverts, on ſe tient chaudement tout le jour, & ſi c'eſt l'hiver on garde la maiſon). Arrivé ſur l'eſtrade on trouve un lit préparé : à peine y eſt-on couché, qu'un enfant vient preſſer de ſes doigts délicats toutes les parties du corps, afin de les ſécher parfaitement, & on change une ſeconde fois de linge.

Sorti d'une étuve où l'on doit être environné d'un brouillard chaud & humide, & où la ſueur ruiſſeloit de tous les membres, tranſporté dans un appartement ſpacieux & ouvert à l'air extérieur, la poitrine ſe dilate & on reſpire avec volupté. Parfaitement maſſé & comme régénéré, on ſent un bien-aiſe univerſel; le ſang circule avec facilité, & l'on ſe trouve dégagé d'un poids énorme; on éprouve une ſoupleſſe, une légèreté juſqu'alors inconnues.

Tels ſont ces bains dont les anciens recommandoient ſi fort l'uſage, & dont les égyptiens font encore leurs délices; c'eſt-là qu'ils préviennent ou font diſparoître les rhumatiſmes, les catarres & les maladies de la peau qui ont pour principe le défaut de tranſpiration. C'eſt-là qu'ils guériſſent radicalement ce mal funeſte qui attaque les ſources de la génération, & dont le remède eſt ſi dangereux en Europe. *Lettres ſur l'Égypte*, par Savari.

Les bains de vapeurs, dit M. Marteau, ſe pratiquent de deux manières; ou en retenant le malade nud dans une chambre remplie de vapeurs, ou en renfermant le malade dans une eſpèce d'étuve ou de cage, hors laquelle la tête eſt garantie des vapeurs qui ſont concentrées dans l'intérieure de l'étuve, ſoit en y renfermant l'eau qui s'évapore, ſoit en la dirigeant ſpécialement ſur quelque partie, à la faveur d'un tuyau de communication qui la porte d'un vaſe clos dans l'intérieur de la cage où elle doit ſe répandre.

On peut dans le premier cas ſoutenir la vapeur de l'eau bouillante qui, comme on ſait, eſt dilatée juſqu'à occuper quatorze mille fois ſon volume. Ses parties intégrantes, réduite à une très-grande ténuité, s'appliquent à la ſurface de la peau, l'humectent, la ramolliſſent, trouvent la plus grande aiſance à s'y inſinuer. Par leur douce chaleur elles raréfient les fluides, relâchent agréablement la faculté ſenſitive, diminuent la ſécheresse & la réſiſtance des fibres. D'un autre côté, ces vapeurs inſpirées par la trachée-artère, loin de rafraîchir le ſang dans les poumons, le dilatent & le gonflent. La force de la circulation eſt augmentée; les fluides ſont pouſſés avec vigueur juſqu'aux dernières diviſions des vaiſſeaux cutanés, dont les diamètres élargis s'oppoſent moins à l'affluence des humeurs. Le corps en peu de temps eſt couvert d'une ſueur abondante.

Dans le ſecond cas, le ſang des poumons eſt moins raréfié, parce que la vapeur concentrée toute à l'intérieur de l'étuve, ne porte pas l'impreſſion de la chaleur humide immédiatement ſur ce viſcère, mais elle agit d'autant plus puiſſamment à la ſurface du corps. Plus elle eſt concentrée, plus elle y déploie ſon activité pour produire les effets qui lui ſont propres. Dans le troiſième cas, le bain de vapeurs produira tous ſes effets ordinaires, mais avec cette circonſtance particulière que la vapeur dirigée ſpécialement ſur une partie, avant de ſe répandre dans toute la capacité de l'étuve, fera ſur cette partie l'office d'une douche aërienne très-élaſtique, lancera des molécules dont la chaleur raréfiera puiſ-

famment les fluides, pénétrera plus énergiquement les solides, & pourra même causer un gonflement comme la ventouse, & une sensation de brûlure, si la vapeur étoit celle de l'eau bouillante, ou même à 60 degrés du thermomètre de Réaumur.

BAIN. Le bain, en Chimie, est le moyen de communiquer de la chaleur à une substance, par le secours de quelqu'intermède, auquel le feu soit appliqué immédiatement; la différence des intermèdes en produit une dans l'intensité de la chaleur. Le *bain-marie* est celui où le vaisseau qui contient la substance sur laquelle on se propose d'opérer, est plongé dans un vase plein d'eau mis sur le feu. (C'est par corruption qu'on a nommé ce moyen *bain-marie;* on devroit dire plutôt bain de mer.) Ainsi, on dit distiller au bain-marie, lorsque le vaisseau distillatoire est placé dans un vase dont l'eau est échauffée par degrés. On peut substituer à l'eau ordinaire, de l'eau salée, de l'huile, du mercure, &c. & la chaleur communiquée sera plus forte.

Le *bain de sable*, celui de *cendre*, ne diffèrent du bain-marie que parce que du sable ou des cendres sont contenus dans le vase où on plonge la cucurbite, c'est-à-dire, le vaisseau qui contient les substances qu'on veut analyser.

Le *bain de vapeurs* est celui dans lequel le vaisseau distillatoire n'est pas plongé dans l'eau, comme dans le bain-marie, mais est au-dessus de cette eau placée sur le feu, & en reçoit continuellement la vapeur qui s'en exhale; la chaleur qui est communiquée par ce procédé est moindre que celle du *bain-marie* de l'eau bouillante, lorsque le vase qui contient l'eau est ouvert; mais s'il étoit fermé exactement, la vapeur recevroit une chaleur bien plus considérable, comme dans le DIGESTEUR DE PAPIN. (*Voyez* encore EAU *réduite en vapeur.*

BALAIS. *Rubis balais.* C'est une pierre précieuse, d'une couleur de rouge-orangé; c'est conséquemment une espèce de rubis. Ce nom paroît venir du royaume où on la trouve, & qui est situé entre le Pégu & le Bengale. *Voyez* PIERRES PRÉCIEUSES.

BALANCE. La balance est un instrument qui sert à mesurer le poids des corps. Pour s'en former une idée précise, il faut considérer la balance comme un levier du premier genre. Le levier doit être considéré comme une ligne inflexible & sans pesanteur, appuyée sur un point fixe, nommé *point d'appui*, autour duquel elle peut se mouvoir; c'est sans contredit la principale des machines de la mécanique, c'est-à-dire, le principal instrument propre à aider les forces de l'homme. Il y a trois espèces de levier, le levier du premier genre, celui du second, & celui du troisième. Le levier du premier genre est un levier dont le point d'appui est placé entre la résistance ou fardeau qu'on veut mouvoir, & la puissance qui doit agir. *V.* LEVIER pour les autres genres. Or la balance est un levier du premier genre, puisque le point d'appui est entre la puissance & la résistance. On en sera convaincu en considérant attentivement une balance.

La balance est composée d'un fléau A B (*figure* 74), dans lequel on distingue deux bras C A, C B, d'une axe E, d'une chasse F E, qui supporte l'axe. Le point d'appui doit être considéré comme étant au milieu de l'axe & au milieu du fléau, en E, quoiqu'il soit soutenu par la chasse F E. Les bassins C & D représentent l'un la résistance, c'est celui où l'on met le fardeau, la marchandise dont on se propose de connoître le poids; l'autre la puissance, c'est le bassin dans lequel est placé le poids connu, avec lequel on compare le fardeau dont le poids est inconnu.

Dans tout levier deux poids sont en équilibre, lorsque leurs masses sont en raison inverse de leurs distances au point d'appui, ainsi qu'il est démontré à l'article LEVIER; mais dans le levier du premier genre à bras égaux, les distances au point d'appui sont égales, les masses de la puissance & de la résistance doivent donc l'être; conséquemment la puissance & le fardeau ne peuvent qu'être égaux dans la balance ordinaire dont les bras sont supposés parfaitement semblables. Puisqu'un poids est connu, lorsque l'équilibre aura lieu dans la balance, on connoîtra donc le poids du fardeau qu'on se proposoit d'évaluer.

Pour simplifier ce qui regarde la balance, on peut supposer que la puissance & la résistance ou fardeau, sont placés au point A & au point B, quoiqu'ils soient réellement en C & en D, parce que leur effort s'exerce sur ces points, & que les directions de la puissance & de la résistance sont toujours parallèles entre elles, ces directions étant celles de la pesanteur. Ces directions font chacune une angle droit avec le fléau, lorsque celui-ci est horisontal; l'angle D B A est droit ou de 90 degrés, comme l'angle C A B. Si le fléau est incliné à l'horison, comme dans la position *a b*, les directions *c a*, *d b* feront constamment parallèles entre elles, & feront avec le fléau des angles dont les sinus seront égaux, pour que les efforts de la puissance & de la résistance soient égaux, ou afin qu'il y ait équilibre : il faudra donc que les masses soient égales.

Tout dans la balance doit donc être parfaitement égal, la longueur, la grosseur, & la densité des bras, la figure des anneaux ou crochets qui sont aux extrémités des bras du fléau; le poids des bassins, celui des cordons qui soutiennent les bassins, &c., s'il y a la moindre différence ou inégalité, de quelque côté qu'elle vienne, la balance n'est

pas juste, ainsi que nous le dirons bientôt avec plus de détail.

On concevra facilement ce qui regarde la balance, si on considère le fléau comme une ligne mathématique A A, *figure* 75, au milieu duquel est placé l'axe ou le centre du mouvement C; lorsque la balance est en mouvement, chaque point du fléau D, E, A, également distant de l'axe de chaque côté, parcourt & décrit des arcs égaux, tels que DF, DF; EG, EG; & AK, AK. Les points du fléau pris sur un même bras décrivent encore, en temps égaux, des arcs ou des cercles qui sont proportionnels entre eux; les arcs décrits sont les espaces parcourus par ces divers points, & ces espaces sont entre eux comme les vîtesses, puisque les temps sont égaux. Ainsi, dès que la balance commence à se mouvoir, les espaces que parcourent les divers points du fléau, où leurs vîtesses sont proportionnelles aux distances de ces points à l'axe; c'est pourquoi on peut prendre indistinctement les distances à l'axe, à la place des espaces ou des vîtesses. Or ces distances multipliées par les poids, ou par les puissances, expriment les momens de la puissance & de la résistance qui sont égaux, lorsque l'égalité se trouve dans les bras & dans les masses comme dans la balance ordinaire; & dans le cas d'inégalité des bras & des masses, l'égalité des momens a lieu, lorsque les masses sont en raison inverse de leurs distances au point d'appui, & cette égalité des momens produit l'équilibre.

Nous venons de dire qu'on devoit concevoir le fléau d'une balance comme une ligne mathématique, quoique dans la réalité, ce soit une ligne physique & matérielle : car cela ne change rien à l'objet essentiel, puisque les portions égales de chaque bras du fléau se font mutuellement équilibre : on peut les considérer comme des poids materiels placés à des distances convenables du point d'appui. La *figure* 75 montre que la partie *b* d'un côté fait équilibre à celle *b* de l'autre côté; que la portion *c* de la droite contrebalance *c* de la gauche, & ainsi de suite; la seule différence entre un fléau mathématique & le fléau physique, est que le point d'appui est chargé du poids de ce dernier fléau.

Les physiciens réduisent ordinairement au nombre de trois les conditions qui sont requises pour qu'une balance soit juste. 1°. Les bras ou les deux moitiés du fléau doivent être égaux & constamment égaux; alors & seulement alors des masses égales seront en équilibre. Afin que les bras d'une balance conservent toujours l'égalité qu'on leur a donnée en les construisant, il est nécessaire que le fléau soit d'une matière dure & inflexible. Sans cette qualité, les poids de la puissance & de la résistance feroient courber inégalement ce levier, & cette courbure rendroit ses deux moitiés inégales en longueur : car la longueur des bras courbés se mesure par la distance qui est entre le point d'appui & l'extrémité du fléau. Il seroit difficile de supposer que le fléau étant flexible, ses deux bras se courbassent également entre eux; & dans cette hypothèse même, on ne pourroit pas s'assurer qu'elle fût réalisée.

2°. Les bras d'une balance doivent être constamment dans une même direction, afin que les directions de la puissance & de la résistance fussent toujours avec le fléau des angles droits ou des angles dont les sinus soient égaux, suivant que le fléau est horisontal ou incliné, double circonstance où l'égalité des masses est nécessaire pour l'équilibre. On conçoit que pour cet effet il faut que le fléau forme une ligne droite suspendue par son centre de gravité, que les points de suspension des bassins soient dans la même ligne que le point d'appui. C'est pourquoi on doit proscrire la méthode de faire des trous aux extrêmités du fléau pour y suspendre les crochets des bassins, parce qu'il est très-rare que le centre de ces trous soit alors dans le même alignement que le fond de la chasse qui supporte l'axe, ces points étant ordinairement plus bas, & le centre de gravité se trouvant alors au-dessous du centre de mouvement, défaut dont nous parlerons bientôt. De plus, si le fléau s'incline, les distances de la puissance & de la résistance au point d'appui deviennent inégales, l'une, dans cette position, s'approchant, & l'autre s'éloignant du point d'appui, d'où il résulte que l'égalité des masses ne produira pas une égalité de forces, la force étant ici le produit de la masse par la distance au point d'appui.

On a imaginé depuis long-temps un moyen bien simple pour s'assurer que le fléau d'une balance est dans une situation horisontale; il consiste à élever sur son milieu une aiguille KL, qui fasse des angles droits avec le fléau. *Voyez* la *figure* 77. Cette aiguille se trouve contenue dans la chasse FE de la figure précédente. On pratique ordinairement au haut de cette chasse une ouverture, afin de juger plus facilement de la position verticale de cette aiguille, & conséquemment de l'horisontalité du fléau; on y met une pointe fixée à la partie supérieure de la chasse, & c'est à cette pointe que doit répondre le bout de l'aiguille. Le contrepoids *h i* qui est au milieu du fléau, & dans sa partie inférieure, sert à compenser le poids de l'aiguille qui pose alternativement sur un des deux bras, lorsque le fléau est incliné. Ce contrepoids doit être d'une masse parfaitement égale à celle de l'aiguille; & pour y réussir, il est nécessaire de faire ces deux pièces, de sorte qu'on puisse les ajouter au fléau après sa construction.

3°. La parfaite mobilité est encore une qualité essentielle d'une balance. Trois choses concourent à rendre cet instrument très-mobile. La première consiste

consiste à diminuer le frottement à l'axe autant qu'il est possible; on en vient à bout en donnant à cet axe la forme d'un couteau; les surfaces qui se touchent ayant alors moins d'étendue, le contact est plus petit, & le frottement diminue conséquemment, puisqu'il ne peut s'exercer que par le tranchant du couteau sur le fond des yeux de la chasse. (On a également soin de tailler en forme de couteau l'extrémité des bras du fléau, & de bien arrondir les crochets auxquels on suspend les bassins). On diminue encore le frottement de l'axe, en donnant au fléau le moins de poids qu'il est possible, relativement aux matières qu'on veut peser. Si le fléau a trop de masse, sa pression, & conséquemment le frottement sur les points d'appui, sont trop grands, & la balance est moins mobile qu'elle ne le seroit avec un fléau plus léger. Dans le cas où le fléau auroit trop de légereté, il n'auroit pas assez de force, & il se courberoit sous le poids des puissances qui le chargent, inconvénient dont nous avons déjà parlé.

Afin qu'une balance conserve les qualités qu'on lui a données dans sa construction, il faut que l'axe soit fait d'une matière très-dure, d'un acier bien trempé; que les yeux de la chasse ne puisse pas se déformer par la pression de l'axe & le poids des matières, que le fléau soit également d'un bon fer ou acier, bien forgé, qui conserve long-temps sa forme primitive.

La seconde qualité propre à donner à une balance une grande mobilité, exige qu'on suspende le fléau par son centre de gravité. On sait que le centre de gravité d'un corps est le point dans lequel on conçoit que réside toute la pesanteur d'un corps; que ce point étant soutenu, tout le corps l'est aussi; & qu'autour de ce point, toutes les parties d'un corps sont en équilibre. Or, le centre de gravité du fléau & son centre de mouvement étant confondus, & ne faisant qu'un seul point, dans toute position du fléau le parfait équilibre aura lieu; le fléau restera dans la situation qu'on lui aura donnée, quelle qu'elle soit, & le plus petit poids rompra cet équilibre, ce qui est un signe de grande perfection, laquelle est sur-tout nécessaire lorsque les balances sont destinées à peser des matières très-précieuses, comme le diamant, par exemple.

Mais pour les balances ordinaires dont on se sert afin de connoitre le poids des matières communes dont la valeur est peu de chose, il n'est pas à propos de donner aux fléaux cette perfection qui, dans un usage journalier, auroit l'inconvénient d'une grande perte de temps; car un petit excès de marchandise feroit aussi-tôt trébucher la balance, & on ne pourroit attraper l'équilibre que par une grande précision d'égalité, ce qui exigeroit une longue suite de tâtonnemens. Pour éviter l'inconvénient de cette perfection, on a soin de placer le centre de gravité du fléau un peu au-dessous du centre de mouvement. Alors un petit excès de poids d'un côté, ne fait pas trébucher la balance sans retour, mais celle-ci fait une suite d'oscillations alternatives en sens contraire, qui en facilite l'usage. Néanmoins il faut toujours que le tranchant de l'axe, & que les points de suspension d'où pendent les bassins soient dans la même ligne droite. L'appareil suivant sert à démontrer ces vérités par voie d'expérience. La *figure* 78 représente un fléau de balance; A est le centre de mouvement au-dessus du centre de gravité B. Si on met une axe en B seulement, ce fléau restera dans toutes les positions inclinées qu'on lui donnera, parce qu'il est suspendu par son centre de gravité; si on place ce petit axe en A, quelque soit la situation inclinée qu'on donne à ce fléau, il ne pourra la conserver, parce que le centre de gravité ne passant plus par la ligne de direction, & conséquemment n'étant plus soutenu, ce centre élevé sera déterminé à retomber par un mouvement accéléré que lui imprimera la force de pesanteur, ce qui produira en lui des oscillations comme dans un pendule. Ceux qui désireront un plus grand détail sur cet objet, peuvent consulter le troisieme tome des leçons de Physique de l'abbé Nollet, page 66 & suivantes.

La troisième qualité pour la mobilité d'une balance est la longueur de ses bras; plus ils sont longs (toutes choses égales), plus le fléau est mobile, parce que le plus petit poids peut alors faire mouvoir la balance; un petit poids étant dans ce cas une petite masse qui agit avec d'autant plus d'efficacité que le levier au bout duquel elle exerce son action, est lui-même plus long, c'est-à-dire, plus éloigné du point d'appui. Ainsi, une balance dont le fléau a plus de longueur est toujours plus sensible, à égal degré de perfection, que celle dont les bras ont moins d'étendue. Nous avons dit: toutes choses égales, parce que la longueur du fléau doit être renfermée dans de justes bornes, puisqu'un long fléau, trop léger, devient flexible, & peut se déformer en se courbant; s'il a, au contraire, une grande solidité, la pression de l'axe sur le point d'appui étant considérable, augmente le frottement & diminue la mobilité.

Nous ajouterons ici que lorsqu'on cherche la grande exactitude, on doit suspendre les bassins par des chaînes, & non par des cordes, qui, à cause de leur vertu hygrométrique, s'imbibent ou se dépouille de l'humidité répandue dans l'atmosphère, mais d'une manière fort inégale.

La balance étant un levier, comme on l'a établi, il en résulte qu'on aura cette proportion, comme le poids connu est au poids inconnu; ainsi la distance depuis le poids inconnu jusqu'au centre du mouvement, est à la distance où doit-être le

poids connu, pour que les deux poids se tiennent l'un l'autre en équilibre; & par conséquent le poids connu fait connoître la valeur du poids inconnu.

Car comme la balance, *figure* 215, est un vrai levier, sa propriété est la même que celle du levier; savoir, que les poids qui y sont suspendus, doivent être en raison inverse de leurs distances à l'appui, pour être en équilibre. Mais cette propriété du levier, que l'expérience nous manifeste, n'est peut-être pas une chose facile à démontrer en toute rigueur. Il en est à peu près de ce principe comme de celui de l'équilibre; on ne voit l'équilibre de deux corps avec toute la clarté possible, que lorsque les deux corps sont égaux, & qu'ils tendent à se mouvoir en sens contraires avec des vîtesses égales. Car alors il n'y a point de raison pour que l'un se meuve plutôt que l'autre; & si l'on veut démontrer rigoureusement l'équilibre, lorsque les deux corps sont inégaux, & tendent à se mouvoir en sens contraire avec des vîtesses qui soient en raison inverse de leurs masses, on est obligé de rappeler ce cas au premier, où les masses & les vîtesses sont égales; de même on ne voit bien clairement l'équilibre dans la balance, que quand les bras en sont égaux & chargés de poids égaux. La meilleure manière de démontrer l'équilibre dans les autres cas, est peut-être de les ramener à ce premier, simple & évident par lui-même. C'est ce qu'a fait Newton dans le premier livre de ses *Principes*, *sect.* Iere.

Soient, dit-il, *figure* 216, OK, OL, des bras de leviers inégaux, auxquels soient suspendus les poids A, B; soit fait OD = à OL, le plus grand des bras, la difficulté se réduit à démontrer que les poids *d*, P, attachés au levier LOD, sont en équilibre. Il faut pour cela que le poids P soit égal à la partie du poids A, qui agit suivant la ligne DC perpendiculaire à OD; car les bras OL, OD étant égaux, il faut que les forces qui tendent à les mouvoirs soient égales, pour qu'il y ait équilibre. Or, l'action du poids A, suivant DC, est au poids A, comme DC à DA, c'est-à-dire, comme OK à OD. Donc la force du poids A suivant $DC = \frac{A \times OK}{OD}$, & comme cette force est égale au poids P, & que OL = OD, on aura $\frac{A \times OL}{OL} = P$, c'est-à-dire, que les poids AP doivent être en raison des bras de levier OL, OK, pour être en équilibre.

Mais en démontrant ainsi les propriétés du levier, on tombe dans un inconvénient; c'est qu'on est obligé alors de changer le levier droit en un levier recourbé & brisé en son point d'appui, comme on le peut voir dans la démonstration précédente; de sorte qu'on ne démontre les propriétés du levier droit à bras inégaux, que par celles du levier courbe, ce qui ne paroît pas être dans l'analogie naturelle. Cependant il faut avouer que cette manière de démontrer les propriétés du levier, est peut-être la plus exacte & la plus rigoureuse de toutes celles qu'on a jamais données.

Quoi qu'il en soit, c'est une chose assez singulière que les propriétés du levier courbe, c'est à-dire, dont les bras ne sont pas en ligne droite, soient plus faciles à démontrer rigoureusement que celles du levier droit. L'auteur du traité de Dynamique, imprimé à Paris en 1743 (M. d'Alembert), a réduit l'équilibre dans le levier courbe à l'équilibre de deux puissances égales & directement opposées; mais comme ces puissances égales & opposées s'évanouissent dans le cas du levier droit, la démonstration, pour ce dernier cas, ne peut être tirée qu'indirectement du cas général.

Comme la détermination du poids des matières & des produits, avant & après les expériences, est la base de tout ce qu'on peut faire d'utile & d'exact, en Physique & en Chimie, on ne sauroit y apporter trop d'exactitude. Pour cet effet, on doit donc se munir de plusieurs excellentes balances, dit M. Lavoisier; la première doit peser jusqu'à 15 & 20 livres, sans fatiguer le fléau, & servir à déterminer, à un demi-grain près, le poids des vaisseaux; elles doivent être hors d'un laboratoire, de crainte qu'elles ne soient rouillées & gâtées par les acides. Celles de M. Ramsden, dont nous allons donner la description dans cet article, sont remarquables pour la justesse & pour la précision. M. Fortin en a fait à Paris qui ont ces qualités. La seconde espèce de balance doit peser jusqu'à 18 ou 20 onces, à la précision du dixième de grain. La troisième ne doit peser que jusqu'à un gros, & les 512es de grain y être très-sensibles. Une quatrième balance à fléau de fer pour peser des terrines entières pleines de liquide & des quantités d'eau de 40 à 50 livres, à un demi-gros près. Une cinquième susceptible de peser jusqu'à 8 ou 10 livres, à 12 ou 15 grains près; enfin une petite balance à la main, pesant environ 1 livre à la précision du grain.

Balance de Ramsden. La partie essentielle d'une balance est le fléau & la manière dont il est suspendu. M. Ramsden, dont la sagacité dans l'invention de nouveaux instrumens égale la grande perfection qu'il sait donner à tout ce qu'il fait, en a imaginé une d'une nouvelle forme. Il est composé de deux cônes tronqués, unis base à base (*voyez* la *figure* 79); la base de chaque cône est de trois pouces; la longueur de chacune dans l'axe est d'un pied; l'extrémité tronquée à $\frac{35}{100}$ d'un pouce; chaque cône a deux diaphragmes, dont l'un est placé à demi-pouce de la base, & l'autre au tiers du cône.

Les cônes ſont traverſés à leur baſe par une barre d'acier rhomboïdale, dont un des angles a 80 degrés, & par conſéquent l'autre 100 degrés. Cette verge a environ quatre pouces de longueur; une portion eſt terminée en pointe arrondie, & repoſe ſur les deux montans; l'autre eſt quarrée, & l'angle qui a 80 degrés forme le couteau, qui porte, comme nous le dirons, ſur des plaques de pierre dure très-polies; perpendiculairement à cet axe eſt une autre petite verge d'acier qui traverſe également la baſe des cônes, & porte un poids qui ſe trouve au-deſſous de l'axe, & dont la peſanteur détermine la ſenſibilité de la balance. Cette verge eſt terminée à la partie ſupérieure par une vis qui peut faire monter ou deſcendre le poids, ſuivant qu'on veut avoir l'inſtrument plus ou moins ſenſible.

Les extrémités des cônes ſont tronquées, ainſi qu'on l'a dit, & terminées par des plaques d'acier traverſées par des axes auxquels ſont attachés des anneaux qui ſoutiennent les plateaux.

M. Ramſden connoiſſant toute la difficulté de faire des deux bras du levier parfaitement égaux, y a ſuppléé par un mécaniſme très-bien entendu. Une des extrémités d'acier R du cône eſt terminée par une vis de rappel, qui en s'enfonçant dans le cône, peut en alonger cette partie ou la racourcir, en ſorte qu'il ramène les deux côtés à une parfaite égalité.

Il eſt auſſi preſqu'impoſſible d'avoir des baſſins d'une égale peſanteur. Cet artiſte y a ſuppléé en plaçant à l'autre extrémité T du cône une petite plaque de cuivre au-delà de la plaque d'acier. Cette pièce de cuivre eſt traverſée par la pointe d'acier, qui eſt une vis, en ſorte qu'on peut, en éloignant ou rapprochant la plaque de cuivre, mettre les baſſins parfaitement en équilibre.

Il y a encore à cette extrémité dans la plaque d'acier, une petite vis *f*, qui peut élever ou abaiſſer l'axe qui traverſe les deux cônes, & par conſéquent rétablir cet axe dans ſa vraie place, s'il n'y étoit pas.

Les deux anneaux qui ſuſpendent les baſſins ſont des demi-cerceaux elliptiques d'acier; les plateaux ſont ſuſpendus par des fils d'acier, parce que les cordons de ſoie peuvent contracter de l'humidité.

Les deux arcs de cercle P P auxquels correſpondent les deux extrémités de l'axe, indiquent lorſque la balance eſt parfaitement ſtationnaire.

Cette balance eſt renfermée dans un châſſis A, qui eſt un parallélogramme de trente-un pouces de longueur à l'intérieur, & de trente-trois pouces à l'extérieur. Sa largeur eſt de neuf pouces, ſa hauteur de dix-ſept pouces; les deux grands côtés du parallélogramme ſont renfermés dans des vîtres, & les deux autres latéraux C C ſont en bois d'Acajou : ils ont chacun une petite porte. La tablette ſupérieure & l'inférieure ſont également d'Acajou. La partie D D a environ huit pouces d'épaiſſeur, & porte deux petits rangs de tiroirs, pour mettre les poids, &c., &c.

Au-deſſous ſont quatre colonnes F, terminées à leurs parties ſupérieures par des vis qui entrent dans le fond du châſſis, & peuvent le ſoulever ou l'abaiſſer; la partie inférieure de la colonne a auſſi des pointes pour les fixer ſur la table qui porte la machine.

Du milieu de la tablette B s'élèvent quatre colonnes E ſolides en laiton, de dix pouces de hauteur, diſtantes de trois pouces & demi, aſſemblées par en haut & par en bas par des châſſis quarrés de quatre pouces de diamètre. Ces châſſis ſont traverſés par deux règles de cuivre en diagonale. Au milieu de ces quatre colonnes, il y en a une cinquième, qu'on peut élever ou abaiſſer par un mécaniſme ſimple caché dans la table.

Cette cinquième colonne porte quatre bras dont on va parler : le châſſis N qui ſurmonte les quatre colonnes, a environ trois pouces d'élévation.

Deux des bras de la cinquième colonne portent deux montans qui s'élèvent un peu au-deſſus du châſſis, & ont une entaille *a* dans laquelle entrent deux tourillons, qui ſont des prolongemens du couteau. Lorſqu'on élève cette colonne, les deux montans ſoulèvent tout le fléau, qui ne porte plus par conſéquent ſur le couteau.

A côté de ces deux montans, ſur la lame ſupérieure du châſſis, ſont deux entailles d'un demi-pouce de longueur, où ſont nichées deux plaques d'une pierre fine, très-dure, parfaitement polies, & dreſſées ſur un même plan; c'eſt ſur ces plaques que porte le couteau. M. Ramſden préfère ces plaques, parce qu'il a très-bien obſervé que ſouvent le couteau ne tombe pas toujours dans la partie la plus baſſe de l'anneau, où on le place ordinairement, ce qui cauſe une erreur conſidérable. Au-deſſus du châſſis ſont deux niveaux, qui ſe croiſent à angles droits; ils ſont fait d'eſprit-de-vin, avec une bulle d'air; ils ſervent à mettre la machine parfaitement à plomb par le moyen des vis qui la ſupportent. Dans la table B ſe trouvent deux cylindres O, percés à jour, qui par une verge X, peuvent s'élever ou s'abaiſſer. Ils ſont ſurmontés d'une plaque de cuivre, dans laquelle ſont fixées ſix pointes d'ivoire, trois grandes & trois petites. Ces cylindres ſervent à ſupporter les baſſins qui repoſent ſur les pointes d'ivoire, les grands ſur les grandes, les petits ſur les petites, crainte qu'il n'y ait aucune adhérence.

Cette balance trébuche au $\frac{1}{10000000}$ du poids total; elle peut ſupporter un poids de dix livres.

On peut la rendre hydroſtatique. Pour cela on attache à l'anneau qui ſupporte les baſſins deux petites verges d'acier, terminées en crochets. Ces verges traverſent les cylindres O, & vont plonger au-deſſous de la table dans des vaiſſeaux pleins d'eau ou de tout autre liquide. Par ce moyen, les vapeurs de l'eau ne peuvent arriver juſqu'à la balance.

Les portes latérales empêchent auſſi que l'haleine n'arrive dans l'intérieur de la machine.

Balance à reſſort & en arc. Cette balance eſt repréſentée dans la *figure* 80; elle eſt principalement compoſée d'un reſſort d'acier, courbé en rond vers B, afin qu'il puiſſe bâiller, ainſi qu'on peut le remarquer en A C; au point D eſt fixé un arc de cuivre D F, qui eſt gradué, dont l'extrémité paſſe par une ouverture faite en F : l'extrémité F de cet arc eſt percée d'un trou propre à recevoir l'anneau G, dans lequel celui qui veut eſtimer la valeur d'un poids paſſe le doigt. Outre ce premier arc, il en eſt un ſecond I L, qui eſt attaché fixement au point I, & qui paſſe par le trou L, pratiqué dans l'épaiſſeur du reſſort à cet endroit; l'extrémité O de cet arc eſt auſſi percée d'un petit trou pour recevoir le crochet P, auquel on ſuſpend les choſes qu'on veut peſer. Lorſque le fardeau ſuſpendu en P tire à lui, & fait deſcendre l'arc I L, les deux branches AB & BD du reſſort s'approchent l'une de l'autre; l'arc DF, dans le même temps, s'élève au-deſſus de la branche A B, & le nombre des graduations qui excèdent cette branche, indique le poids du corps ſuſpendu au crochet P.

Balance à cadran; romaine à cadran. M. Hanin a exécuté des *romaines à cadran* qui ſont propres à peſer ſans fléaux ni poids, & qui marquent cependant le poids ſur le cadran par le moyen d'une aiguille. On en a fait qui marquent les onces & peſent 15 livres; d'autres qui marquent les quarts & peſent des poids de 50 livres; d'autres qui indiquent & peſent les demies juſqu'à 100 livres; d'autres, les livres juſqu'à 3 à 400 livres, & en continuant juſqu'à 15 milliers : ces romaines ſont néanmoins très-portatives. *Voyez la figure* 81.

Balance de Caſſini. Cette balance ne diffère pas eſſentiellement d'une balance ordinaire, puiſqu'elle eſt compoſée d'un fléau, ſuſpendu à ſon milieu par un axe & une chaſſe avec deux baſſins mobiles : les bras ſont diviſés en parties égales, le zéro eſt au centre. Cet inſtrument ingénieux dont on trouve la deſcription dans les *élémens de phyſique de s'Graveſande*, eſt deſtiné à faire les principales règles de l'arithmétique, par le moyen de quelques poids; un exemple ſuffira pour en comprendre l'uſage. « Suppoſons qu'on veuille faire une multiplication : on arrête le baſſin à la première diviſion; on ſuſpend de l'autre côté un contre-poids à l'un des nombres de la diviſion, qui repréſente l'un des facteurs de la multiplication, ſuppoſons 8 : on met alors le baſſin en équilibre par quelque poids qu'on jette dedans. On porte alors ce baſſin juſqu'au terme de l'échelle qui repréſente le ſecond facteur de la multiplication. L'équilibre ſe trouve alors rompu : on le rétablit en faiſant gliſſer le contre-poids, & en l'éloignant autant qu'il convient du point d'appui. Lorſque l'équilibre eſt retrouvé, on compte le nombre de diviſions interceptées entre le contre-poids & le baſſin; leur ſomme donne exactement le produit cherché. La diviſion ſe fait en procédant en ſens contraire ».

Balance de Lambert. M. Lambert qui a imaginé pluſieurs eſpèces de balances, a encore inventé la ſuivante à laquelle Muſchenbroeck a fait quelques changemens pour la rendre d'un uſage plus étendu : on la voit dans la *figure* 82. La pièce principale eſt un quart de cercle C D E, fixé ſur un pied ſolide G K. Trois poulies mobiles ſe mouvant ſur le même axe I, ſont placées en K; leurs diamètres ſont entre eux comme 2, 3, 6. Au-deſſous de la dernière de ces poulies eſt une règle M N, d'une certaine peſanteur dont le centre de gravité eſt en P. Chaque poulie eſt enveloppée d'un fil de ſoie : celui qu'on voit extérieurement N A B, paſſé ſur la gorge de la plus grande poulie. On voit les deux autres en F & en G. Dans la figure le baſſin eſt attaché à l'extrémité du fil A B; & c'eſt dans ce baſſin, ainſi ſitué, qu'on met les plus petits poids qu'on veut eſtimer, ſinon on ſuſpend le baſſin à l'un ou à l'autre des deux cordons F G, ſi le baſſin eſt vuide, & que la règle M N deſcende au point O : on peut diviſer alors le quart de cercle ou mathématiquement ou en tâtonnant. Dans ce dernier cas on jettera dans le baſſin une dragme, & on marquera à l'endroit où la règle M N s'élevera, & on continuera ainſi de ſuite, en mettant dans le baſſin L pluſieurs dragmes les unes après les autres, juſqu'à ce que la règle M N ſoit parvenue au point E; point auquel on a attaché un obſtacle inſurmontable, afin que la règle M N ne puiſſe paſſer outre, lorſqu'on met un poids trop conſidérable dans le baſſin L. On réitérera le même procédé en ſuſpendant ſucceſſivement le baſſin L à l'extrémité des cordons F, G, & on aura par ce moyen trois diviſions différentes, tracées les unes au devant des autres, qui indiqueront la valeur des poids placés dans le baſſin L, ſuſpendu à l'un des trois cordons B, F, G.

Par cette méthode on aura une balance à l'aide de laquelle il ne ſera pas néceſſaire pour trouver

l'équilibre avec les objets qu'on voudroit y peser, de faire glisser un contre-poids à différentes distances du point d'appui, le seul centre de gravité de la règle M N s'élevant ou s'abaissant, étant suffisant pour indiquer ce qu'on cherche. En effet, plus la règle M N s'élevera, plus son centre de gravité P s'éloignera de la perpendiculaire abaissée de l'axe des poulies sur l'horison, tandis que le bassin L demeurera toujours à même distance du centre du mouvement I; c'est pourquoi on aura cette égalité, L, conjointement avec le poids dont il est chargé, X A C = P X S P; & par conséquent on aura cette proportion, L : P :: S P : A I.

Lorsque les choses qu'on veut peser sont d'un poids considérable, on adapte à l'extrémité M, de la règle N M, un poids cylindrique qui est percé, qui, par ce moyen, peut embrasser l'extrémité M, terminée en pointe, & sur laquelle on l'arrête, à l'aide d'une vis. Dans ce cas la règle N M devient plus pesante à discrétion, & l'usage de la balance en devient plus étendu. On observera cependant que la règle M N, se mouvant avec son axe cylindrique, dans une cavité proportionnée au diamètre de cet axe, & non pas sur un tranchant, la mobilité de cette règle est beaucoup moindre; & l'expérience même démontre que cette espèce de balance n'est pas si propre que les balances ordinaires, pour estimer la pesanteur des choses qui ne pèsent que très-peu. Toutes les balances qui se meuvent sur des axes cylindriques sont exposées au même inconvénient, ce qui n'arrive pas à celles qui sont taillées en couteau. *Acta Helvetica*, T. III, p. 13, & Muschenb. T. 1er.

Balance romaine ou *peson*. La balance ordinaire dont nous avons parlé sert à mettre en équilibre des masses égales; la balance romaine, d'un usage bien plus étendu, est destinée à mettre en équilibre des masses inégales. La première est un levier du premier genre à bras égaux; la seconde est un levier du même genre à bras inégaux. La *figure* 426 représente celle-ci : on y voit que le levier A B est partagé en deux bras très-inégaux A C & B C. Le point d'appui de ce levier est sur l'axe C, qui est soutenu par la chasse C D, & qu'on accroche en D. Dans l'intérieur de la chasse est l'aiguille placée perpendiculairement sur l'axe. Le long bras C B est divisé par des points ou des lignes, & plus ordinairement par des dentures qui servent à indiquer la valeur relative du poids L, qui est mobile & peut parcourir facilement toute la longueur C B. Le petit bras C A, étant égal à C I, il y aura équilibre entre le poids qui est dans le bassin G, & le poids mobile L, s'ils sont l'un & l'autre égaux; mais si le poids mobile L est mis successivement à la division 2, 3, 4, 5, &c., ce même poids pourra faire équilibre à des masses 2, 3, 4, 5, &c. fois plus pesantes, parce que dans tous ces cas, les poids étant multipliés par leur distance à l'axe ou point d'appui, donneront des produits égaux. Le même poids mobile dont la valeur est connue, peut donc servir à peser un grand nombre de fardeaux différens; l'éloignement successif de ce poids mobile au point d'appui, le multiplie en quelque sorte, & le rend égal à une suite de différens poids qui sont nécessaires pour la balance ordinaire. Plus le bras B C est long, plus la romaine devient propre à peser de grands poids : un seul petit poids, toujours le même, peut donc servir à évaluer une suite de grands fardeaux tous différens, quant à leur masse.

Un autre avantage bien grand, c'est que l'axe de la balance romaine n'est pas chargé de la pesanteur relative des poids, mais seulement de leur pesanteur absolue. Si le poids G pèse 100 livres, le poids mobile L d'une livre lui fera équilibre, placé à la centième division du grand bras. L'effort du poids mobile sera donc 100, un de masse multiplié par 100 de distance, comme celui du poids G sera 100 de masse multiplié par I de distance : la somme des forces relatives sera donc 200. Mais les forces absolues ne sont que 100 de la masse G & I du poids mobile L, dont la somme est 101 : ainsi l'axe & le point d'appui ne portent que 101 livres dans la romaine, tandis que dans la balance ordinaire, le point d'appui est chargé, dans ce cas, de 200, somme des forces absolues. De cet avantage il en résulte qu'en ne considérant que cette circonstance, la romaine est plus mobile que la balance, parce que la pression sur le point d'appui & le frottement sont moindres.

Personne n'ignore qu'on a marqué des divisions sur deux côtés du long bras de la romaine, sur le côté supérieur & sur l'inférieur; il y a aussi deux axes qui servent alternativement. Par ce moyen, un petit bras étant moins long que l'autre, les divisions du long bras correspondant sont plus serrées, & le même poids mobile peut servir à peser des quantités beaucoup plus considérables par le côté fort que par le côté foible : alors une romaine fait l'effet de deux.

Muschenbroeck parle de quelques autres espèces de balances simples; la *figure* 427 en fait voir une dans laquelle le bassin est mobile avec le fardeau sur le grand bras; le contre-poids étant fixé à l'extrémité du petit bras en P. La *figure* 428 en montre une autre, où le contre-poids étant fixé en P, l'axe C se meut de A en P, jusqu'à ce qu'on ait rencontré l'équilibre. On peut dans cette espèce de balance suspendre aux deux extrémités des bras des bassins, afin d'étendre son usage.

Balance de Roberval. Cette espèce de balance excita beaucoup la curiosité dans le temps où elle fut proposée d'une manière paradoxale aux savans par M. de Roberval. Elle est cons-

construite de telle sorte que des poids égaux, qui paroissent placés à différentes distances du point d'appui, sont néanmoins en équilibre, ce qui semble, au premier coup d'œil, contredire le principe fondamental de la statique. Mais en considérant plus attentivement cette machine, on découvre bientôt que son effet se rapporte réellement à la théorie du levier si bien démontrée. *Voyez* l'article LEVIER, dans lequel on trouvera une figure de cette ingénieuse balance.

Balance de Sanctorius. On a donné ce nom à une grande balance ordinaire, à l'un des bras de laquelle on suspend un fauteuil dans lequel est assise une personne qui se propose d'évaluer en poids la quantité de la transpiration qui a lieu chaque jour. Sanctorius, médecin italien, d'une patience admirable, a eu soin, pendant trente ans, de faire des expériences sur la transpiration, avec cette balance dans laquelle il se plaçoit, lorsqu'il prenoit ses repas, & lorsqu'il vouloit savoir la perte occasionnée par la transpiration. Il a observé que sur huit livres d'alimens solides ou liquides qu'il prenoit chaque jour, il en perdoit cinq par la transpiration insensible & trois par les déjections ordinaires. *Voyez* TRANSPIRATION. Sanctorius a exercé avec distinction la Médecine, & l'a professée avec éclat à Padoue, au commencement du siècle dernier.

Balance trompeuse. La balance qui porte ce nom est celle qui par sa construction a une inégalité dans les bras ou dans les bassins. Supposons, par exemple, que cette balance qui ressemble à la balance ordinaire, ayant deux bras & deux bassins, ait un bras C A = 6, & l'autre C B = 5, *figure* 419. Alors celui qui veut tromper place sa marchandise dans le bassin P, & le contrepoids dans le bassin M. Si le poids M égale six livres, le poids de la marchandise en P = 5 livres. Il opérera tout différemment s'il veut lui-même acheter quelque chose au poids, il placera alors la marchandise dans le bassin M, & le contrepoids dans le bassin P.

On peut reconnoître l'erreur dans chacun de ces cas, en plaçant la marchandise successivement dans chaque bassin; si on vouloit s'en tenir à cette seconde évaluation, le marchand seroit lésé; mais comme cela n'est pas juste, il est à propos de connoître un moyen de trouver, même avec cette balance trompeuse, le véritable poids de la marchandise. Pour cela on cherchera l'équilibre entre la chose qu'on placera dans un des bassins, & les poids qui seront mis dans l'autre; ensuite on changera de bassin la marchandise & les poids en cherchant de nouveau l'équilibre, & en s'assurant à chaque fois du poids nécessaire pour équilibrer la marchandise. Cette opération étant faite, on multipliera les deux poids trouvés l'un par l'autre, on prendra la racine quarrée de ce produit, & cette racine sera exactement le poids cherché. Par exemple, soit m le poids d'une marchandise placée du côté du petit bras de la balance, p le contrepoids mis de l'autre côté; nommons q le poids de la marchandise pesée ensuite du côté du bras le plus long, on aura, dans le premier cas, $m \times BC = p \times AC$; & dans le second cas on aura $m \times AC = q \times BC$; en multipliant les termes les uns par les autres, on aura $m\,m \times BC \times AC = p\,q \times AC \times BC$ Si on divise ensuite chaque produit par $BC \times AC$, il restera $m\,m = p\,q$, & par conséquent $m = \sqrt{p\,q}$, qui sera le véritable poids de la marchandise; & comme ce poids est au contrepoids qui la tient en équilibre, ainsi sont entre elles réciproquement les distances au centre du mouvement, car on a cette proportion $m : p :: AC : BC$.

Balance économique. C'est un instrument dont on se sert dans le commerce des bleds. Le poids du bled fait connoître ses différentes qualités; plus il est pesant à mesure égale, & mieux il vaut, parce que une plus grande pesanteur dans le bled & dans tout grain, indique qu'il y a plus de farine, & que celle-ci a une qualité meilleure. Un setier de bled de la tête, mesure de Paris, pèse, année commune, 240 livres, celui de la seconde classe 230, & celui de la troisième classe 220 livres. Aussi les marchands de bleds ont-ils soin de souspeser le bled à la main dans les marchés, pour essayer d'en connoître la qualité par le poids.

On se sert avec plus de précision & de succès de la *balance des grains* ou *balance économique*, instrument composé de deux cylindres creux de cuivre, bien ajustés & d'un poids égal. Ces deux cylindres ont exactement 3 pouces 10 lignes de largeur sur 3 pouces 6 lignes de hauteur, qui sont précisément les dimensions que doit avoir le litron ou la 192e. partie du setier de Paris. Aux deux côtés de chaque cylindre sont deux oreillons où passent deux cordons de sept pouces chacun de longueur, qui viennent se réunir au crochet qui s'agrafe au fléau de la balance. Le fléau a six pouces de longueur.

Un litron étant la 192e. partie du setier; il faut la balance économique des poids proportionnels, dont le premier soit également la 192e. partie d'une livre poids de marc, ce qui se rencontre précisément dans un poids de 2 deniers ou 48 grains. Ces 48 grains sont à 9216 grains contenus dans une livre (poids de marc), comme 192 (ou la mesure d'un litron) est à un setier de Paris. Enfin 2 deniers, poids de marc, sont d'une livre la 192e. partie; le litron est d'un setier la 192e. partie. Or la mesure étant pleine, le nombre de poids de 2 deniers qu'elle pesera,

représentera des livres, lorsque la mesure représentera le setier. Un setier vaut deux mines, une mine deux minots, un minot trois boisseaux, un boisseau quatre quarts, un quart quatre litrons. Combien un litron? multipliez toutes ces mesures les unes par les autres, & vous aurez 192.

La mesure étant pleine & rasée avec un rouleau, on attache au fléau les deux côtés de la balance par les crochets qui tiennent aux cordons, & on met autant de poids dans le côté vide que le côté plein peut en enlever, &c., &c.

BALANCE HYDROSTATIQUE. La balance hydrostatique est un instrument imaginé pour connoître la pesanteur spécifique des corps liquides & solides. La *figure* 165 représente une balance hydrostatique très-commode que M. l'abbé Nollet a beaucoup simplifiée. Le support de cette balance hydrostatique est une caisse B A, doublée intérieurement par des feuilles de plomb, bien soudées entre elles. Sur son couvercle sont placés solidement trois vases, l'un G à droite, l'autre H à gauche, celui du milieu F est beaucoup plus grand. Il est essentiel que les deux vases égaux G H soient de verre, le vase F l'est ordinairement. Le couvercle de ce dernier vase soutient la chasse d'un fléau de balance D C, avec ses deux bassins *d c*, au fond desquels on a mis des crochets pour y suspendre les fils qui soutiennent les corps solides, dont on veut connoître la pesanteur spécifique.

Les pieds des trois vases H F G sont percés pour recevoir chacun une virole verticale, soudée dans un tuyau horisontale qui regne sous le couvercle de la caisse. Ce canal horisontal a quatre robinets, dont on voit les clefs en *f*, *l*, *m*, & la quatrième est correspondante à *f*, sur le côté B. L'inspection de la *figure* 166 suffit pour faire concevoir parfaitement cette construction.

Ceci supposé, il est évident qui si le vase F est rempli d'eau, en tournant la clef du robinet *l*, l'eau passera de ce réservoir F dans le vase G Si on veut ensuite évacuer l'eau qui est en G, on ouvrira le robinet *f*, & cette eau tombera dans la caisse A B. Il est inutile de prévenir qu'on a dû fermer le robinet *l* dès qu'il y a eu assez d'eau en G pour verser de l'eau de F en H. On procédera de la même maniere en tournant la clef *m*.

Lorsqu'on se propose de poser un corps solide par le moyen de cette balance hydrostatique, on le suspend par un fil à un des crochets par exemple en *c*, de manière que ce corps soit au milieu du vase G; on met un contrepoids suffisant dans le bassin *d*, & on a le poids de ce corps dans l'air. Pour en voir la différence dans l'eau, par exemple, on ouvre le robinet *l*; l'eau coule dans le vase G; quand il y en suffisamment, on ferme en retournant la clef *l*; on met ensuite dans le bassin *c* des petits poids pour retablir l'équilibre. On opère de la même manière du côté B H, si on se propose de plonger en même temps dans l'eau deux corps, l'un en H & l'autre en G.

Par le moyen de la balance hydrostatique on peut encore connoître la pesanteur spécifique d'une liqueur, en pesant un corps solide dans l'air, en le plongeant ensuite dans cette liqueur, où il perdra une partie de son poids égale au poids du volume déplacé de la liqueur. On peut aussi comparer les pesanteurs spécifiques de plusieurs liqueurs, &c. Tous ces objets sont traités avec le plus grand détail à l'article HYDROSTATIQUE, PESANTEUR SPÉCIFIQUE, auxquels nous renvoyons. Ici il suffit de faire connoître la balance hydrostatique & les principales formes qu'on lui a données.

On a exécuté depuis une autre balance hydrostatique, représentée dans la *figure* 167. Sur un plateau triangulaire N, sont élevés trois pieds en console L, M, I, qui soutiennent le support F, H, G, I, de la balance. Le fléau A B peut jouer librement sur son axe qui est en couteau, & repose sur deux points d'appui. L'aiguille O, étant au milieu de l'arc gradué P Q, indique que le fléau est dans une situation horisontale. Le coq sur lequel est placé le fléau est fixé sur une lame F G, dentée sur sa longueur. Cette lame se meut sur une autre H I par le moyen du pignon K, dont les dents engrennent dans celles de la crémaillière H G. Veut-on élever le fléau de la balance aux extrémités duquel sont suspendus en A & en B les bassins *a a* avec les tiges *d d*, on tourne la tête du pignon de gauche à droite; c'est le contraire pour faire descendre le fléau. Afin de retenir en situation la tige mobile, on a mis un cliquet qui engrenne & désengrenne à volonté dans les dents de la crémaillière qui sont du côté opposé à celui du pignon; car pour cet effet, il suffit de laisser agir le ressort qui le presse, ou de pousser la queue de ce cliquet.

Au dessous des bassins on a menagé un crochet auquel on suspend un crin qui soutient les corps qu'on doit peser dans l'eau. Pour cet effet on fait descendre le fléau, de sorte que ces corps plongent dans l'eau des vases S S.

En employant la balance de la *figure* 165, on fait monter l'eau dans les vases G H où sont déjà suspendus les corps à éprouver. Dans la balance de cette figure 167 on fait descendre dans l'eau les corps qu'on veut peser.

Pour faire les expériences hydroſtatiques, il n'eſt pas néceſſaire d'avoir des balances dans le genre de celles qu'en vient de repréſenter ; il ſuffit d'avoir un fléau de balance exact, ſupporté par un pied ordinaire, avec deux baſſins propres à recevoir des petits poids pour rappeler l'équilibre ; deux ſimples gobelets qu'on remplira ſucceſſivement de différentes liqueurs ſuffiront. Une balance ſimple, mais exact, eſt le ſeul appareil néceſſaire.

L'appareil repréſenté dans la *figure* 168 eſt de ce genre, & n'a pas beſoin d'une deſcription fort ample. [On peſe d'abord dans l'air le poids E qui n'eſt autre choſe qu'un plateau garni ou couvert de différens poids, & le poids qu'on veut meſurer, lequel eſt ſuſpendu à l'extrémité du bras F ; enſuite on met ce dernier poids dans un fluide, & on voit par la quantité de poids qu'il faut ôter de deſſus le plateau E, combien le poids dont il s'agit a perdu, & par conſéquent combien pèſe un volume de fluide égale à celui du corps.

Pour peſer un corps dans l'eau, on le met quelquefois dans le petit ſeau de verre I K, & alors on ne doit pas oublier de couler le plateau R ſur le petit plateau quarré H, afin que le poids de ce plateau, qui eſt égal à celui du volume d'eau, dont le ſeau occupe la place, puiſſe rétablir l'équilibre.

A l'égard des gravités ſpécifiques des fluides, on ſe ſert pour cela d'une petite boule de verre G, de la manière ſuivante.

Pour trouver la peſanteur ſpécifique d'un fluide, ſuſpendez à l'extrémité d'un des bras F un petit baſſin, & mettez dedans la boule G ; rempliſſez enſuite les deux tiers d'un vaiſſeau cylindrique O P, avec de l'eau commune ; lorſque vous aurez mis la boule dedans, il faudra mettre ſur le plateau E de petits poids, juſqu'à ce que les bras E F demeurent dans une poſition horiſontale.

Ainſi l'excès du poids de la boule ſur celui d'un égal volume, ſe trouvera contrebalancé par les poids ajoutés au plateau E, ce qui la fera demeurer en équilibre au milieu de l'eau. Or concevons à préſent cette boule ainſi en équilibre, comme ſi elle étoit réellement une quantité d'eau congelée dans la même forme : ſi à la place de l'eau qui environne cette partie congelée, nous ſubſtituons quelque autre liqueur de différente peſanteur, l'équilibre ne doit plus ſubſiſter, il faudra donc, pour le rétablir, mettre des poids ſur celui des plateaux B F de la *balance* qui ſera le plus foible.

Ces poids, qu'il aura fallu ajouter dans la *balance*, ſeront la différence en gravité de deux quantités, l'une d'eau, l'autre de la liqueur qu'on a voulu examiner, & dont le volume eſt égal à celui de la boule de verre. Suppoſons donc que le poids du volume d'eau, dont la boule occupe la place, ſoit de 803 grains ; ſi nous ajoutons à ce nombre celui des grains qu'il aura fallu ajouter ſur le plateau auquel la boule eſt attachée, ou ſi nous ôtons de 803 grains le nombre de ceux qu'il auroit fallu mettre ſur le plateau oppoſé, le reſte ſera le poids du volume du fluide égal à celui de la boule, & la gravité ſpécifique de l'eau ſera à celle de ce fluide comme 803 eſt à ce reſte ; enfin ſi on diviſe ce même reſte par 803, le quotient exprimera la gravité ſpécifique du fluide, l'unité exprimant celle de l'eau.

Pour rendre ceci plus ſenſible par un exemple, ſuppoſons qu'on veuille ſavoir la gravité du lait : plongeant dans cette liqueur la boule telle qu'elle eſt attachée à la *balance*, on trouve qu'il faut mettre 28 grains ſur le plateau auquel elle eſt ſuſpendue, pour rétablir l'équilibre : ajoutant donc 28 grains à 803, la ſomme ſera 831 ; & ainſi la gravité ſpécifique du lait ſera à celle de l'eau, comme 803 à 831. On peut donc, par le moyen de la *balance* hydroſtatique, 1°. connoître la peſanteur ſpécifique d'une liqueur : 2°. comparer les peſanteurs ſpécifiques de deux liqueurs : 3°. comparer les gravités ſpécifiques de deux corps ſolides ; car ſi deux corps ſolides pèſent autant l'un que l'autre dans l'air, celui qui a le plus de peſanteur ſpécifique peſera davantage dans l'eau : 4°. comparer la gravité ſpécifique d'un corps ſolide avec celle d'une liqueur ; car la gravité ſpécifique du corps eſt à celle de la liqueur comme le poids du corps dans l'air eſt à ce qu'il perd de ſon poids dans la liqueur. *Voyez auſſi* ARÉOMÈTRE.

Le docteur Hook a imaginé une *balance* hydroſtatique qui peut être d'une grande utilité pour examiner la pureté de l'eau, *&c.* Elle conſiſte en un ballon de verre d'environ trois pouces de diamètre, lequel a un col étroit d'une demi-ligne de diamètre : on charge ce ballon de *minium*, afin de le rendre tant ſoit peu plus peſant qu'un pareil volume d'eau ; on le trempe enſuite dans l'eau après l'avoir attaché au bras d'une exacte *balance*, qui a un contrepoids à l'autre bras. Cela fait, on ne ſauroit ajouter à l'eau la plus petite quantité de ſel, que le col du ballon ne s'élève au-deſſus de l'eau d'un demi pouce plus qu'il n'étoit d'abord. En effet l'eau devenant plus peſante par l'addition du ſel, le ballon qui y étoit auparavant en équilibre, doit s'élever. *Tranſact. philoſ. n°.* 197.

Pluſieurs ſavans ſe ſont donné la peine de rédiger en table les peſanteurs d'un grand nombre de matières tant ſolides que fluides ; on doit aſſurément

rément leur savoir gré de ce travail, & l'on en sent toute la difficulté, quand on pense aux attentions scrupuleuses & au temps qu'on est obligé de donner à ces sortes de recherches : mais leurs expériences, quelqu'exactes qu'elles aient été, ne peuvent nous servir de règle que comme des à-peu-près; car les individus de chaque espèce varient entre eux quant à la densité, & l'on ne peut pas dire que deux diamans, deux morceaux de cuivre, deux gouttes de pluie, soient parfaitement semblables. Ainsi quand il est question de savoir au juste la pesanteur spécifique de quelque corps, il faut le mettre lui-même à l'épreuve; c'est le seul moyen d'en bien juger. Au reste on sera sans doute bien aise de trouver ici une table dressée sur des expériences fort exactes. Il suffit de dire qu'elles sont de M. Muschembroek. Les pesanteurs spécifiques de toutes les matières énoncées en cette table, sont comparées à celle de l'eau commune, & l'on prend pour eau commune celle de la pluie dans une température moyenne; ainsi quand on voit dans la table, eau de pluie 1, 000. or de coupelle 19, 640. air 1, 001 $\frac{1}{4}$, c'est-à-dire, que la pesanteur spécifique de l'or le plus fin est à celle de l'eau, comme 19 $\frac{2}{3}$ à-peu-près à 1, & que la pesanteur de l'air n'est presque que la millième partie de celle de l'eau.

Table alphabétique des matières les plus connues, tant solides que fluides, dont on a éprouvé la pesanteur specifique.

Acier flexible & non trempé	7, 738.
Acier trempé	7, 704.
Agate d'Angleterre	2, 512.
Air.	0, 001 $\frac{1}{4}$.
Albâtre.	1, 872.
Alun	1, 714.
Ambre	1, 040.
Amiante.	2, 913.
Antimoine d'Allemagne	4, 000.
Antimoine d'Hongrie	4, 700.
Ardoise bleue	3, 500.
Argent de coupole	11, 091.
Bismuth	9, 700.
Bois de Brésil	1, 030.
cedre	0, 613.
orme	0, 600.
gayac	1, 337.
ebene	1, 177.
érable	0, 755.
frêne	0, 845.
bouis	1, 030.
Borax.	1, 720.
Caillou	2, 542.
Camphre	0, 995.
Charbon de terre	1, 240.
Cinabre naturel	7, 300.
artificiel.	8, 200.
Cire jaune.	0, 995.
rouge.	2, 689.
blanche	2, 500.
Corne de bœuf	1, 840.
de cerf	1, 875.
Crystal de roche	2, 650.
d'Islande.	2, 720.
Cuivre de Suède	8, 784.
jetté en moule	8, 000.
Diamant.	3, 400.
Ecailles d'huître	2, 972.
Encens.	1, 071.
Eau commune ou de pluie.	1, 000.
distillée	0, 993.
de rivière	1, 009.
Esprit-de-vin rectifié.	0, 866.
de térébenthine.	0, 874.
Etain pur.	7, 320.
allié d'Angleterre.	7, 471.
Fer.	7, 645.
Gomme arabique.	1, 375.
Grenat de Bohême.	4, 360.
de Suède.	3, 978.
Huile de lin.	0, 932.
d'olive.	0, 913.
de vitriol.	1, 700.
Karabé ou ambre jaune.	1, 065.
Lait de vache.	1, 030.
Litarge d'or.	6, 000.
d'argent	6, 040.
Magnese	3, 530.
Marbre noir d'Italie.	2, 704.
blanc d'Italie.	2, 707.
Mercure	13, 593.
Noix de galle.	1, 034.
Or d'essai ou découpé.	19, 640.
de Guinée.	18, 888.
Os de bœuf.	1, 656.
Pierre sanguine	4, 360.
Pierre calaminere	5, 000.
à fusil, opaque.	2, 542.
transparente.	2, 641.
Poix.	1, 150.
Sang humain.	1, 040.
Sapin	0, 550.
Sel de Glauber	2, 246.
ammoniac	1, 453.
gemme	2, 143.
polychreste	2, 148.
Souffre commun.	1, 800.
Talc de Venise.	2, 780.
Tartre.	1, 849.
Turquoise.	2, 508.
Verd-de-gris	1, 714.
Verre blanc	3, 150.
Verre commun	2, 620.
Vin de Bourgogne.	0, 953.
Vinaigre de vin.	1, 011.
Vitriol d'Angleterre.	1, 880.
Yvoire.	1, 825.

Terminons cet article en rappelant, 1°. que la balance hydroſtatique eſt d'un uſage conſidérable pour connoître les degrés d'alliage des corps de toute eſpèce, la qualité & la richeſſe des métaux, mines, minéraux, &c., les proportions de quelque mélange que ce ſoit, &c. la peſanteur ſpécifique étant le ſeul moyen de juger parfaitement de toutes ces choſes ; & 2°. que l'uſage de la balance hydroſtatique eſt (comme on l'a vu), fondé ſur ce théorême d'Archimède, qu'un corps plus peſant que l'eau, pèſe moins dans l'eau que dans l'air, du poids d'une maſſe d'eau de même volume que lui. D'où il ſuit que ſi on retranche le poids du corps dans l'eau de ſon poids dans l'air, la différence donnera le poids d'une maſſe d'eau égale à celle du ſolide propoſé]. On ſuppoſe que ce ſolide puiſſe être plongé dans l'eau ſans ſe diſſoudre, & ſans éprouver aucun changement dans ſon volume.

Balance. C'eſt une des conſtellations zodiacales, la ſeptième à compter depuis le belier ; elle eſt entre la vierge & le ſcorpion. Les aſtronomes comptent dans cette conſtellation principalement quatorze étoiles, dont deux ſont de la ſeconde grandeur. On donne encore ce nom à la ſeptième partie de l'écliptique, c'eſt-à-dire, de l'orbite que le ſoleil paroît décrire, & que la terre parcourt réellement. C'eſt vers le 22 ſeptembre que le ſoleil ſemble entrer dans cette ſeptième portion de l'écliptique; c'eſt alors que pour toute la terre, ce jour là eſt égal à la nuit, & qu'on compte douze heures de jour & douze heures de nuit. C'eſt au premier point de cette ſeptième portion qui eſt l'équinoxe de ſeptembre. (*Voyez* Équinoxe). C'eſt encore à cette époque que l'automne commence pour nous & pour tous les habitans de l'hémiſphère ſeptentrional ; & c'eſt au contraire le commencement du printemps pour ceux qui habitent l'hémiſphère oppoſé.

BALANCIER. On donne communément ce nom à toute partie d'une machine qui a un mouvement d'oſcillation, & qui ſert à rallentir ou à régler le mouvement des autres parties ; en horlogerie on donne ce nom à un cercle d'acier ou de laiton, qui dans une montre ſert à régler & modérer le mouvement des roues. On s'eſt ſervi de cette invention, dont l'auteur n'eſt pas connu, pour la meſure du temps juſqu'au dernier ſiècle, où la découverte du pendule en fit abandonner l'uſage dans les horloges. On fit enſuite uſage de différentes méthodes dans l'application du balancier aux horloges, avant que l'addition du reſſort ſpiral l'eût porté au degré de perfection où il parvint vers la fin du ſiècle dernier.

Dans un tournebroche & dans d'autres machines de ce genre, le balancier eſt cette eſpèce de croix de fer qui eſt fixée ſur l'axe de la vis ſans fin, & aux extrémités des bras de laquelle ſont des maſſes de fer ou de plomb. La réſiſtance que l'air oppoſe au mouvement de ce balancier, modère le mouvement de cette pièce, & conſéquemment de toute la machine, qui, ſans cette précaution, ſeroit trop précipité.

Le balancier dans le monnoyage eſt une machine dont on ſe ſert pour faire ſur les flancs les empreintes qu'ils doivent porter ; & plus particulièrement c'eſt dans la machine à frapper les monnoies une grande croix de fer à bras égaux, & à groſſes maſſes de plomb aux extrémités des bras, laquelle eſt fixée à l'arbre qui porte le poinçon. L'avantage que procure ce balancier conſiſte à faire frapper un coup plus fort ſur la pièce de monnoie qui doit recevoir une empreinte dans ſes ſurfaces ſupérieure & inférieure; car le balancier étant mu circulairement, les maſſes de plomb acquièrent une force centrifuge, proportionnelle à leur groſſeur, & à la longueur des bras du balancier ; d'où réſulte une grande augmentation de vîteſſe, & conſéquemment de force.

On applique encore un balancier de cette eſpèce à l'axe où eſt la manivelle d'une machine pour faciliter la remonte des poids.

Le balancier, en hydraulique, eſt un morceau de bois freté par les deux bouts, qui ſert de mouvement dans une pompe pour faire monter les tringles des corps. Le balancier des pompes eſt une pièce de bois, ou une barre de fer placée horizontalement ſur un point d'appui, laquelle eſt un vrai levier du premier genre : à une de ſes extrémités répond un ou pluſieurs piſtons, & à l'autre une bille bandante, ou quelqu'autre pièce répondant à une manivelle, qui donne le mouvement au balancier, & fait alors hauſſer le piſton.

Le balancier d'une écluſe eſt la groſſe barre qui lui ſert de manivelle pour la tourner en ouvrant ou en la fermant, lorſque l'écluſe s'ouvre ou ſe ferme à un ou deux ventaux.

On donne encore le nom de balancier à un long bâton armé de plomb à ſes deux bouts, & dont les danſeurs de corde peu expérimentés ſe ſervent pour ſe tenir en équilibre ſur une corde. Si, par divers mouvemens, le centre de gravité de leur corps paſſe hors de la ligne de direction qui doit tomber ſur la corde, & n'eſt plus ſoutenu, ils avancent leur balancier du côté oppoſé, & rétabliſſent bientôt l'équilibre. Les danſeurs de corde qui ſont habiles, ſe ſervent de leurs bras qu'ils étendent en forme de balancier. (*Voyez* Centre de gravité).

BALEINE. C'eſt une des quarante-huit conſtellations formées par Ptolomée dans l'hémiſphère

méridional du ciel; elle est située au-dessous des poissons, entre le verseau & le fleuve Eridan.

BALISTE. C'est une machine de guerre dont les anciens se servoient pour lancer des traits d'une longueur & d'un poids considérable; elle chassoit aussi des balles ou boulets de plomb égaux aux poids des gros traits qu'elle lançoit. La baliste formoit comme un arc brisé; elle avoit, selon le chevalier Folard, deux bras, mais droits & non pas courbes comme l'arc d'une arbalête, dont les forces agissantes sont dans les ressorts de l'arc même dans sa courbure. Quelques-uns ont confondu la baliste avec la catapulte, qui peut-être est une machine différente. La source de l'erreur vient de ce que les anciens ont mal décrit leurs machines. Selon Vitruve, la catapulte étoit composée de deux pièces de bois, ou bras qu'on faisoit plier avec des cordes, & qui se bandoient comme des moulinets. Lorsqu'on lâchoit ces cordes par le moyen d'une détente, alors les bras de la machine lançoient les pierres ou les javelots : on assure que l'effort étoit si considérable, qu'un javelot de la grandeur de nos chevrons, étoit porté jusqu'à la distance de trois cents toises.

BALISTIQUE. La balistique est une science qui a pour objet la projection des graves, comme, par exemple, les bombes, les boulets, &c., dans la balistique moderne; les pierres & les javelots, dans la balistique ancienne, si toutefois celle-ci mérite le nom de science : car c'est Galilée qui a jeté les premiers fondemens de l'art de la balistique. Cette science, outre ses principes mathématiques, est appuyée sur des principes de physique, déduits de la théorie du mouvement composé, & sur celle du mouvement accéléré & retardé.

Tout corps pesant, projeté dans un milieu non résistant, selon une direction parallèle à l'horison, ou qui fasse un angle avec l'horison, est soumis à l'action de deux puissances, l'une la *force projectile* qui le lance, l'autre la *gravité* ou pesanteur qui anime tous les corps, & les fait tendre vers le centre des corps graves. Conséquemment, selon les loix du mouvement composé (*Voyez* MOUVEMENT COMPOSÉ); ce corps obéissant à ces deux forces, décrira la diagonale d'un parallélogramme construit sur les deux directions des puissances qui le sollicitent au mouvement.

Le mouvement imprimé à ce corps par la force projectile, est un mouvement uniforme qui lui fait parcourir des espaces égaux en temps égaux; mais celui que produit la gravité est un mouvement accéléré, qui en temps égaux fait parcourir des espaces qui croissent selon la progression des nombres naturels impairs; d'où il résulte que le corps grave, en proie, en même temps, à ces deux forces, décrira une suite de diagonales qui ne formeront point une ligne droite continue, mais qui étant toutes inclinées les unes aux autres, constitueront une courbe qui jouira des propriétés de la parabole : d'où il résulte que la parabole peut servir à déterminer de quelle manière les corps graves projetés dans un espace non résistant se meuvent, ce qui est le fondement de la balistique. Les propositions suivantes donneront une espèce de notion de cet art.

1°. Les corps graves lancés dans une direction parallèle à l'horison, décrivent une parabole : ces corps sont alors mus par deux forces, l'une projectile selon une ligne horisontale, l'autre accélératrice & tendant au centre des corps graves, selon la loi que nous avons indiquée, & qui sera prouvée aux articles GRAVITÉ, PESANTEUR, ATTRACTION, combinaison de forces d'où résulte une parabole. Une pierre qu'on jette horisontalement, étant à une certaine hauteur au-dessus de la surface de la terre, sur une éminence, ou par une fenêtre &c., décrit une demi-parabole. La résistance de l'air qui produit continuellement une diminution dans la vîtesse du mobile, ne l'empêche pas de décrire sensiblement une parabole, parce que le mobile n'ayant à chaque instant qu'un seul mouvement produit par deux forces conspirantes, la résistance de l'air diminue proportionnellement les deux forces.

2°. Les graves, projetés dans une direction descendante, oblique à l'horison, décrivent une demi-parabole. Cette proposition suit de ce qu'on vient d'établir, puisque le mouvement doit se composer, que le mobile doit suivre une direction moyenne entre la direction oblique descendante, & la direction verticale de la gravité, & que la vîtesse doit suivre le rapport de la force projectile qui est constante, & de la force de la gravité qui est continuellement variable & accélérée selon la proportion qu'on observe dans la chûte des graves, d'où résulte une ligne parabolique, ou plus précisément la moitié d'une parabole.

3°. Les graves, lancés dans une direction ascendante, oblique à l'horison, décrivent une parabole entière, puisqu'ils décrivent en montant la moitié d'une parabole, & l'autre moitié en descendant. Soit une bombe lancée obliquement en l'air par une bouche à feu, la ligne qu'elle décrit peut être considérée comme la diagonale d'un parallélogramme formé par une direction horisontale, & par une direction verticale. Le mouvement horisontal demeure constant & uniforme, parce qu'aucune cause ne l'augmente ni le diminue; mais le mouvement vertical décroît sans cesse, selon la suite des nombres impairs, la gravité du mobile diminuant continuellement l'impulsion verticale. Or, ce mouvement étant sans cesse progressivement retardé, comme il est continuellement accéléré lorsque le mobile tombe, il en résulte qu'il doit

décrire une suite de diagonales qui formeront une demi-parabole. Arrivé au sommet, le mobile formera l'autre demi-parabole, ainsi que nous l'avons expliqué dans la première proposition, ce cas étant absolument le même : conséquemment les graves, lancés dans une direction de bas en haut, mais oblique à l'horison, décrivent une parabole entière, c'est-à-dire, une courbe dont les quarrés des ordonnées sont comme les abscisses correspondantes.

4°. Si un corps est projeté perpendiculairement à l'horison de haut en bas, il descend par un mouvement accéléré, produit par la force de projection & par celle de la gravité qui conspirent à pousser le mobile dans la même direction, & le mobile tombe plus vite que s'il n'étoit en proie qu'à une des deux forces; mais si ce corps est lancé dans une direction perpendiculaire à l'horison, mais de bas en haut, la vîtesse de son mouvement est progressivement retardée, la force de la gravité étant directement opposée à la force projectile, & le corps cesse de monter lorsque la première a entièrement détruit la seconde. Dans aucun de ces deux cas où le mouvement est simple (*Voyez* Mouvement), il n'y a de courbe parabolique décrite. S'il n'y avoit aucune cause de déviation, la bombe lancée perpendiculairement en l'air devroit retomber dans la bouche du mortier, après avoir décrit, en descendant, la même ligne qu'elle auroit parcourue en montant.

Plus la force projectile employée à faire mouvoir le mobile dont il est parlé dans les trois premières propositions; plus cette force est grande, plus l'amplitude de la parabole est grande. *L'amplitude de la parabole* ou *du jet*, est la ligne interceptée entre le point d'où part le mobile & le but qui est frappé : tout l'art de la balistique consiste dans une juste combinaison de la force projectile avec la pesanteur du mobile, pour le chasser vers un point déterminé qui est le but.

L'expérience & la théorie démontrent que l'amplitude du jet est la plus grande qu'il soit possible, avec la même force impulsive, lorsque la direction du mortier ou du canon qui lancent le mobile, fait un angle de 45 degrés avec l'horison, & que la moitié de cette amplitude est égale à la hauteur verticale où s'éléveroit le mobile jetté perpendiculairement vers le zénith. Quand la direction de la bouche à feu fait un angle plus grand ou plus petit, l'amplitude du jet diminue.

Si les forces qui sollicitent le mobile à se mouvoir n'étoient que des forces mathématiques, il seroit facile d'atteindre le but qu'on se proposeroit, mais plusieurs causes physiques influent sur l'effet, en modifiant les causes de différentes manières qu'on ne peut évaluer. Ces forces seront différentes, ainsi que le dit Muschenbroeck, 1°. suivant la quantité de poudre enflammée qui les poussera, car toute la poudre qu'on a mise dans une bouche à feu ne s'enflamme pas; 2°. selon le degré de force de cette poudre; on doit en connoître la qualité par le moyen des éprouvettes, (*voyez* Poudre); 3°. suivant qu'elle aura été plus ou moins bourrée; 4°. suivant que la bouche à feu sera plus ou moins échauffée, plus ou moins longue; 5°. selon que le métal aura plus ou moins d'élasticité, & que la bouche à feu pesera plus ou moins, & résistera différemment; 6°. suivant la distance qu'il y aura entre la bouche à feu & l'endroit où le boulet ira frapper; 7°. selon que le boulet sera fait de tel ou tel métal, & pesera plus ou moins; 8°. suivant que la résistance de l'air que doit traverser le boulet sera plus ou moins grande.

[La théorie du jet des bombes est une partie considérable de la balistique, & c'est principalement cette théorie qu'on y traite. Nous avons là-dessus plusieurs ouvrages, *l'art de jeter les bombes* de M. Blondel, un des premiers qui aient paru sur cette matière; *le bombardier François*, par M. Belidor, &c. Mais personne, dit d'Alembert, n'a traité cette science d'une manière plus élégante & plus courte, que M. de Maupertuis, dans les mémoires de l'académie des sciences, année 1732; ce mémoire intitulé *balistique arithmétique*, contient en deux pages plus de choses que le plus gros gros traité que nous ayons sur cette matière.

Au reste, la pluparr des auteurs qui ont traité jusqu'à présent de la balistique, ne l'ont fait que dans la supposition que les corps se meuvent dans un milieu non résistant; supposition que Newton regarde comme éloignée du vrai; car, selon lui, la courbe décrite par un projectile dans un milieu fort résistant, s'éloigne beaucoup de la parabole; & la résistance de l'air est assez grande pour que la différence de la courbe de projection des graves avec une parabole ne soit pas insensible. C'est au moins le sentiment de M. Robins, de la société de Londres, qui a traité dans un ouvrage *ex professo* du jet des bombes, & en général du mouvement des projectiles, en ayant égard à la résistance de l'air, qu'il détermine en joignant les expériences à la théorie; selon d'autres auteurs qui prétendent aussi avoir l'expérience pour eux, la courbe décrite dans l'air par les projectiles, est à-peu-près une parabole, d'où il s'ensuit que la résistance de l'air au mouvement des projectiles est peu considérable. Cette diversité d'opinions prouve la nécessité dont il seroit de constater ce fait nouveau par des expériences sûres) (*Voyez* Bombe, Amplitude.)

BALLON AÉROSTATIQUE. On a donné indifféremment le nom de *globe aérostatique*, *d'aérostat*, *de Montgolfière*, au *ballon aérostatique*. Cette brillante découverte exige, par le

grand nombre d'expériences de physique qui ont été faites depuis son époque, que nous donnions à cet article une certaine étendue. Nous renfermerons dans six questions principales tout ce qu'il y a de plus intéressant sur cet objet; nous traiterons, 1°. de l'histoire de cette découverte qui a enrichi la physique d'un art nouveau, *l'art aérostatique;* 2°. nous montrerons qu'avant MM. Montgolfier, personne n'en avoit eu l'idée, & qu'elle leur appartient incontestablement; 3°. nous donnerons des détails suffisans pour la construction des aérostats; 4°. nous ferons connoître les différentes espèces d'aérostats qui ont été imaginées; 5°. nous parlerons de la direction des aérostats & des principaux moyens qui ont été proposés; 6°. enfin, des avantages des ballons aérostatiques.

I. *Précis historique sur les globes aérostatiques.* L'histoire des sciences ne présente aucune découverte qui ait fait plus de sensation dans les esprits que celle des aérostats ou globes aérostatiques, qui présente un moyen de voyager dans les airs. Messieurs Joseph & Etienne Montgolfier, nés avec le goût des connoissances utiles, & doués d'un génie observateur, après avoir médité longtemps sur l'ascension des vapeurs dans l'atmosphère, où elles se réunissent pour former des nuages, qui, malgré leurs masses & leur pesanteur, se soutiennent à de grandes hauteurs & flottent au gré des vents, conçurent l'idée hardie de former, à l'aide d'une vaste enveloppe & d'une vapeur légère, une espèce de nuage factice que la seule pesanteur de l'air atmosphérique forceroit de s'élever jusqu'à la région des orages; l'idée seule de ce projet, dit avec raison le premier historien de cette découverte, suppose nécessairement du génie, son exécution du courage, & une tête organisée de manière à trouver des ressources pour parer à la multitude d'obstacles qui devoient environner une entreprise de cette espèce.

1°. Ces deux excellens physiciens imaginèrent, selon le rapport de l'un d'eux, M. Joseph de Montgolfier, dans son *discours à l'académie de Lyon*, dans le mois d'octobre 1783, « de renfermer dans un vaisseau léger un fluide spécifiquement moins lourd que l'air atmosphérique, afin de tirer parti de la rupture d'équilibre entre ces deux fluides, pour élever dans l'air des masses proportionnées au volume du vaisseau ascendant : quelque simple que ce moyen paroisse au premier coup d'œil, comme on avoit jusqu'à ce jour négligé de l'éprouver, nous avons rencontré dans l'exécution beaucoup plus de difficultés que nous n'en attendions. De tous les fluides imperméables au verre, nous n'en connoissons aucun plus léger que le gaz inflammable purifié par la chaux & les alcalis caustiques. Nous nous hâtames donc d'en remplir de grands sacs de papier & d'étoffe de soie, clos avec le plus d'exactitude qu'il nous fut possible; ces ballons s'élevèrent bien, comme nous l'avons prévu, avec une rupture d'équilibre proportionnée à la différence de pesanteur des deux fluides; mais cette force ne fut que momentanée, parce que le gaz se perdoit insensiblement, soit au travers du papier, soit par les petites ouvertures qui avoient pu échapper à notre attention; ce gaz étoit remplacé par l'air atmosphérique. Cet inconvénient nous nécessitoit à employer des enveloppes plus solides & imperméables au gaz; mais jugeant que de pareilles enveloppes seroient très-lourdes, & qu'il faudroit de plus construire de grands ballons très-dispendieux, soit par la quantité necessaire de gaz inflammable purifié, soit par le prix excessif des parois du vaisseau; arrêtés encore par la difficulté de descendre, monter & se soutenir à volonté, dans les différentes régions de l'air atmosphérique, nous renonçames à ce moyen. Il est vrai qu'il auroit laissé la liberté de descendre, en faisant échapper une partie du gaz renfermé; mais l'on n'auroit pu remonter qu'après être venu chercher à terre une nouvelle provision de ce gaz; ce qui rendoit la chose impraticable ».

Après avoir pensé à d'autres moyens, ils revinrent à leur première idée, à celle d'employer le feu. « L'expérience nous apprit qu'une chaleur de cinquante degrés au-dessus de celle de l'atmosphère, allégeoit le pied cube d'air du poids d'environ dix deniers; & qu'en augmentant encore cette chaleur de trente degrés, on doubloit à-peu-près ce produit. D'après ces expériences nous fîmes construire un globe de toile, doublé intérieurement de papier, de la contenue d'environ vingt-trois mille pieds cubes; nous allumâmes du feu dans l'intérieur, il s'éleva avec une rupture d'équilibre de cinq à six quintaux; ce qui nous fortifia dans l'idée que nous avions, que le gouvernement pourroit tirer quelque parti de ce moyen; qu'on pourroit construire de plus grands ballons, tels que de cent toises de diamètre, qu'on pourroit les employer au ravitaillement d'une ville assiégée, à remettre à flots des vaisseaux engloutis, peut-être même à faire des transports, & à coup sûr pour faire en certains cas des observations de plusieurs genres, reconnoître la position d'une armée, la route des vaisseaux qui voyagent, à vingt-cinq ou même trente lieues d'eloignement, &c ».

Plusieurs essais particuliers ayant démontré aux messieurs Montgolfier que le succès étoit constant, ils invitèrent, le jeudi 5 juin 1783, l'assemblée des états particuliers du Vivarais à assister à une expérience de la machine aérostatique qu'ils se proposoient de faire en public, à Annonai, ville où ils ont établi une très-belle papeterie. Cette machine étoit construite en toile doublée de papier, cousue sur un réseau de ficelle fixé aux toiles, selon la note qui a été communiquée par M. Etienne de Montgolfier. « Elle étoit à-peu-près

de forme ſphérique, & ſa circonférence étoit de cent dix pieds; un chaſſis en bois de ſeize pieds en quarré, la tenoit fixée par le bas. Sa capacité étoit d'environ 22000 pieds cubes; elle déplaçoit donc, en ſuppoſant la peſanteur moyenne de l'air, comme $\frac{1}{800}$ de la peſanteur de l'eau, une maſſe d'air de 1980 livres.

La peſanteur du gaz étoit à-peu-près moitié de celle de l'air, car il peſoit 990 livres, & la machine peſoit avec le chaſſis 500 livres; il reſtoit donc 490 livres de rupture d'équilibre, ce qui ſe trouva conforme à l'expérience. Les différentes pièces de la machine étoient aſſemblées par de ſimples boutonnières arrêtées par des boutons; deux hommes ſuffirent pour la monter & pour la remplir de gaz, mais il en fallut huit pour la retenir : ils l'abandonnèrent à un ſignal donné, & elle s'éleva par un mouvement accéléré, mais moins rapide ſur la fin de ſon aſcenſion, juſqu'à la hauteur d'environ 1000 toiſes. Un vent à peine ſenſible vers la ſurface de la terre, la porta à 1200 toiſes de diſtance du point de ſon départ. Elle reſta dix minutes en l'air; la déperdition du gaz par les boutonnières, par les trous d'aiguilles & autres imperfections de la machine, ne lui permit pas d'y reſter davantage. Le vent, au moment de l'expérience, étoit au midi, & il pleuvoit; la machine deſcendit ſi légèrement qu'elle ne briſa ni les ceps, ni les échalas de la vigne, ſur leſquels elle ſe repoſa ».

Quelle ne dût pas être la ſurpriſe des ſpectateurs, lorſqu'ils virent ſoutenue en l'air cette maſſe conſidérable ! Quel ne fut pas l'étonnement général, lorſque les inventeurs d'une telle machine, les ſpectateurs & les états particuliers du Vivarais annoncèrent le ſuccès d'une expérience de ce genre !

2°. *Aéroſtat du Champ de Mars.* Les détails de cette ſuperbe expérience de MM. Montgolfier, ne furent pas plutôt connus à Paris, que les amateurs de la phyſique s'occupèrent, ſans perdre un moment, du projet de la répéter. Le procès-verbal dreſſé par les états particuliers du Vivarais, ainſi que les lettres venues d'Annonay ne faiſoient pas mention de l'eſpèce de gaz qui avoit été employé. On ſavoit ſimplement, dit M. Faujas de Saint-Fond, que la vapeur dont ces meſſieurs s'étoient ſervis, étoit une fois plus légère que l'air atmoſphérique; les phyſiciens de Paris n'eurent donc pas de peine à comprendre qu'il s'agiſſoit d'un gaz différent de l'air inflammable qui eſt dix fois plus léger que l'air ordinaire, & que les inventeurs n'avoient été diſſuadés d'employer ce gaz inflammable que par les difficultés de ſe procurer quarante mille pieds cubes de ce gaz, dans une ville deſtituée de toute reſſource à cet égard; car ils l'avoient déjà employé en petit dans des eſſais particuliers; mais leur nouveau procédé étoit beaucoup plus ſimple & bien moins diſpendieux : comme il étoit inconnu, on fut obligé d'avoir recours à d'autres moyens.

La légèreté du gaz inflammable en offroit un; pour le retenir, on eut recours au taffetas enduit de gomme élaſtique de M. Bernard, dont il exiſtoit des magaſins à Paris (d'autres artiſtes vendoient des taffetas vernis au ſuccin, à la gomme copale, &c). On borna le diamètre de la machine à douze pieds environ.

Ce plan ainſi arrêté, on ouvrit une ſouſcription pour ſubvenir aux frais de l'exécution, & elle fut bientôt remplie, & la machine auſſi-tôt conſtruite. Après l'avoir vuidé de l'air atmoſphérique, on la remplit de gaz inflammable. L'on y procéda d'abord au moyen d'une grande boîte à tiroirs doublés de plomb, ſurmontée d'un chapiteau ou conduit ſupérieur qui s'adaptoit à un robinet adhérent au ballon; les tiroirs furent garnis de limaille & d'acide vitriolique, affoibli d'eau : en multipliant ainſi les ſurfaces, le but étoit de ſe procurer une quantité conſidérable de gaz inflammable; mais les inconvéniens que produiſit ce mauvais appareil, forcèrent à y renoncer & à ſubſtituer un ſimple tonneau placé verticalement, dans lequel on jetoit, à l'aide d'une ouverture pratiquée ſur ſon diſque ſupérieur, une grande quantité de limaille de fer & d'acide vitriolique. Ce trou étoit rebouché ſubitement, & le gaz inflammable ſe dégageant, paſſoit par une ſeconde ouverture placée à côté de la première, & qui communiquoit d'abord à l'aide d'un tube de fer blanc, & enſuite d'un tuyau de cuir verni à la gomme élaſtique, avec le robinet adhérent à l'orifice du ballon.

Le gaz s'introduiſant dans le tube, montoit avec rapidité dans le globe, & lorſque l'effervescence ceſſoit, le robinet étoit fermé; de nouvelle limaille & de l'acide vitriolique étoient jetés par le trou qu'on débouchoit; le gaz ſe dégageoit, le robinet s'ouvroit, & le ballon ſe rempliſſoit. (Voyez la *figure* 115, où cet appareil eſt repréſenté). L'on ſupprimera ici le détail de toutes les peines, de tous les accidens qu'on éprouva dans les préparatifs & dans les eſſais particuliers qu'on fut obligé de faire : on peut le lire dans l'ouvrage intitulé : *Deſcription des expériences de la machine aéroſtatique de MM. Montgolfier*, &c., par M. Faujas de Saint-Fond, qui a recueilli les divers mémoires ſur cet objet que divers ſavans ont fourni, & duquel nous avons dû conſéquemment tirer une partie de cet article. On ſe contentera de remarquer que les difficultés devoient être grande, puiſque pour remplir cet aéroſtat ou ballon aéroſtatique, en y comprenant une perte de gaz faite la veille, l'on employa 1000 livres peſant de limaille de fer en poudre ou en copeaux, &

498 livres d'acide vitriolique à 46 degrés de concentration.

Le 26 août 1783, on acheva de remplir d'air inflammable le ballon qui pendant la nuit avoit perdu du gaz, soit par des pores imperceptibles, soit par des trous d'aiguilles que la gomme élastique n'avoit pas entièrement bouchés. Dès huit heures du matin, on sortit le ballon de son harnois, on l'attacha à de petites cordes, & on eut le plaisir de le voir s'élever à plus de 100 pieds.

Une nombreuse populace accourut aussi-tôt de toute part; la place des Victoires fut couverte de monde, & la surprise des personnes qui n'étoient pas prévenues fut extrême, en voyant dans les airs un corps du diamètre de douze pieds 2 pouces. Le vent qui survint pouvant le fatiguer, on le retira pour le remettre à sa première place, dans la cour de la maison de M. Charles, professeur de physique, où étoit son établissement; & il eut ce jour-là une si grande quantité de visites, qu'une garde du guet à pied & à cheval, établie à la porte, ne pût jamais retenir l'affluence du monde, & qu'il fallut se déterminer à laisser les portes ouvertes pour satisfaire la curiosité & l'empressement du public.

Transporté sur la place des Victoires, il fut déposé sur un brancard disposé pour le recevoir: les mêmes lisières qui le retenoient suspendu dans la cour, le rendirent stable, & il entra en marche. « Rien ne fut si singulier que de voir ce ballon ainsi porté, précédé de torches allumées, entouré d'un cortége, & escorté par un détachement du guet à pied & à cheval. Cette marche nocturne, la forme & la capacité du corps qu'on portoit avec tant de pompe & de précaution; le silence qui régnoit, l'heure indue, tout tendoit à répandre sur cette opération une singularité & un mystère véritablement faits pour en imposer à tous ceux qui n'avoient pas été prévenus. Aussi les cochers de fiacre qui se trouvèrent sur la route, en furent si frappés, que leur premier mouvement fut d'arrêter leurs voitures, & de se prosterner humblement, chapeau bas, pendant tout le temps qu'on défiloit devant eux ».

Enfin le ballon, après une course de 1700 toises, arriva à l'Ecole Militaire, où il fut déposé au milieu du Champ-de-Mars, dans une enceinte disposée pour le recevoir: les lisières qui l'enveloppoient servirent à le retenir en place, au moyen de petites cordes fixées vers le méridien du globe, & qui furent arrêtées dans des anneaux de fer plantés en terre. Dès l'instant où le jour parut, l'on s'occupa à faire du gaz inflammable pour achever de remplir le ballon. L'activité qu'on mit dans ce travail, fut telle, qu'à midi il étoit assez plein pour avoir une belle forme, & qu'il falloit peu de temps pour qu'il fut rempli au point nécessaire; mais l'on réserva au public le reste de l'opération, pour lui donner une idée de la manière dont on produisoit le gaz.

« Le Champ-de-Mars étoit garni de troupes, les avenues étoient gardées de tout côté; les ordres étoient donnés pour faciliter la marche des voitures, & prévenir les accidens. A trois heures, l'on vit le Champ de Mars se couvrir de monde; les carrosses arrivoient de toute part, & bientôt ils ne purent aller qu'à la file. Les bords de la rivière, le chemin de Versailles, l'amphithéâtre de Passy, étoient garnis d'une foule immense de spectateurs. L'hôtel de l'Ecole Militaire & le Champ de Mars renfermoient la plus superbe & la plus nombreuse assemblée. A cinq heures, le 27 août 1783, un coup de canon fut le signal qui annonça que l'expérience alloit commencer; il servit en même temps d'avertissement pour les savans placés sur la terrasse du garde-meuble de la couronne, sur les tours de Notre-Dame & à l'Ecole Militaire, & qui devoient appliquer les instrumens & les calculs à leur observation. Le globe dépouillé des liens qui le retenoient, s'éleva à la grande surprise des spectateurs, avec une telle vîtesse qu'il fut porté en deux minutes à 488 toises de hauteur; là, il trouva un nuage obscur dans lequel il se perdit; un second coup de canon annonça sa disparition, mais on le vit bientôt percer la nue, reparoître un instant à une très-grande élévation, & s'éclipser dans d'autres nuages. La pluie violente qui survint au moment où le globe s'élevoit, ne l'empêcha pas de monter avec une extrême rapidité; & l'expérience eut le plus grand succès, elle étonna tout le monde. L'idée qu'un corps parti de terre, voyageoit dans l'espace, avoit quelque chose de si admirable & de si sublime, elle paroissoit si fort s'écarter des loix ordinaires, que tous les spectateurs ne purent se défendre d'une impression qui tenoit de l'enthousiasme. La satisfaction étoit si grande, que les dames, élégamment vêtues, les yeux dirigés sur le globe, recevoient la pluie la plus forte & la plus abondante, sans se déranger, s'occupant beaucoup plus alors de voir un fait aussi surprenant, que du soin de se garantir de l'orage.

Ce ballon ne se soutint tout au plus que trois quarts d'heure en l'air, & tomba à cinq heures trois quarts, à côté de la remise d'Ecouen, ayant une ouverture sur sa partie supérieure. Il fut ramassé par des paysans de Gonesse, qui le traînèrent à travers les champs pendant un mille, & le mirent dans le plus mauvais état. L'on compte environ cinq lieues du point de son départ à celui de sa chûte, c'est-à-dire, du Champ de Mars, à Ecouen. Ce furent MM. Robert, mécaniciens, qui avoient été chargés de construire le globe, & M. Charles, professeur de physique, du soin de veiller à leurs travaux.

Le globe du Champ de Mars avoit 12 pieds 2 pouces de diamètre, comme on l'a dit; sa circonférence étoit donc de 38 pieds 3 pouces 8 lignes; sa capacité intérieure de 943 pieds 6 lignes cubes; le poids du taffetas & du robinet, de 25 livres; & la force d'ascension, lorsqu'il s'éleva, étoit de 35 livres.

Et si l'on désire plus de détail, nous dirons, en exprimant les fractions en décimales, que :

Le diamètre du balon étoit de	12,	166	pieds.
La circonférence	38,	222	pieds.
Superficie d'un grand cercle du globe	116,	260	pieds carrés.
Surface entiere du globe	465,	041	pieds carrés.
La solidité	943,	041	pieds cubes.
Poids d'un volume égal à celui du ballon, le pied cube d'eau pesant 70 livres	66,012,	917	livres.
Poids du volume d'air déplacé par le ballon, la densité de l'eau étant représentée par un, & celle de l'air par 0,00131 . . .	86,	477	livres.
Poids des matériaux du ballon, non compris le gaz qu'il renmoit	25,	000	livres.
Excès de légèreté du ballon un instant avant son départ . . .	35,	000	livres.
Poids total, qui comprend, & celui des matériaux du ballon, & celui du gaz qu'il contenoit	51,	477	livres.
Le poids des matériaux du globe (25 livres), soustrait de ce nombre (51,477), on aura à part celui du gaz, ou plutôt du mélange de gaz inflammable & d'air ordinaire, qui remplissoit la machine	26,	477	livres.

La plupart des physiciens qui furent instruits des procédés qu'on avoit suivis, pensèrent qu'on avoit eu tort d'introduire de l'air atmosphérique dans le globe, pour achever de le remplir & lui donner une forme bien arrondie; cet air ne pouvoit qu'occasionner une pression nuisible à l'enveloppe : mais on en eut un bien plus grand encore d'y faire passer trop de gaz inflammable, ce qui augmenta de beaucoup le degré de force expansive. Ce gaz lui donnoit la facilité de réagir avec violence contre les parois du ballon, lorsqu'il seroit parvenu à une région où l'air atmosphérique seroit moins dense.

3°. *Aérostat de Versailles*. M. Etienne de Montgolfier étant arrivé à Paris, quelque temps avant l'expérience du Champ de Mars, & ayant été invité par l'académie royale des sciences à répéter celle d'Annonay, s'occupa à faire construire une machine de 70 pieds de hauteur, sur 40 de diamètre. Il fallut du temps pour exécuter un ballon de ce volume; & l'emplacement qu'il choisit fut le jardin de M. Réveillon, rue Montreuil, fauxbourg Saint-Antoine. Cette machine aérostatique étoit en toile de cannevas, doublée tant en dedans qu'en dehors d'un fort papier.

Sa coupe géométrique étoit formée, 1°. par un prisme de 24 pieds de hauteur; 2°. par une pyramide de 27 pieds $\frac{1}{2}$ qui devoit couronner le prisme; 3°. par un cone tronqué, de 18 pieds $\frac{2}{7}$, destiné à former la partie inférieure de la machine : chacune de ces portions étoit composée de 24 bandes ou méridiens, réunis & cousus ensemble. En cet état, la machine développée, pleine de gaz, & tendue dans tous les points, avoit la forme d'un sphéroïde. (Voyez la *figure* 116). La machine étoit peinte en bleu d'azur, & représentoit une espèce de tente avec son pavillon, & ses ornemens en couleur d'or. Sa longueur totale étoit de 70 pieds, & son poids de 1000 livres. L'air qu'elle déplaçoit pouvoit être évalué à environ 4500 livres; & la vapeur dont elle devoit être remplie étant une fois plus légère que l'air commun, ne pesoit que 2250 livres : il y avoit donc un excès de légereté de 1250 livres; la machine pouvoit donc enlever un poids de cette force.

Le 11 septembre 1783, on fit l'essai de cette machine; on la vit avec admiration se remplir en neuf minutes, se redresser sur elle-même, se tendre dans tous les points, & prendre la plus belle forme : huit hommes qui la retenoient, furent soulevés à plusieurs pieds, & elle se seroit enlevée à une grande hauteur, si on ne lui avoit pas opposé de nouvelles forces. Le lendemain 12 septembre, on répéta l'expérience devant les commissaires de l'académie des sciences; cinquante livres de paille sèche qu'on alluma par paquets, & sur lesquels on jeta à diverses reprises une dixaine de livres de laine hachée, produisirent en dix minutes une vapeur si expansive & douée d'une telle force, que la machine, malgré sa pesanteur, quoique déprimée & repliée sur elle-même, se redressa graduellement & comme par ondulation : son volume & sa capacité étonnèrent les spectateurs; & lorsqu'elle se fut développée en entier, & qu'elle tendit à s'enlever, la surprise & l'admiration redoublèrent. La machine perdit terre, & se soutint à plusieurs pieds avec une charge de cinq cent livres. Si l'on eût coupé dans ce moment les cordes qui la retenoient, elle se seroit enlevée à une très-grande hauteur. La

hauteur. La pluie survint subitement; le vent souffla avec impétuosité; & comme cette machine étoit destinée à des expériences qui devoient avoir lieu à Versailles, on ne voulut pas la laisser partir : mais les efforts qu'on fit pour l'obliger à descendre, joints à des coups de vent furieux, & à la pluie qui l'inondoit, la déchirèrent en plusieurs endroits, & elle fut en quelque sorte bientôt détruite.

Le jour de l'expérience qu'on devoit faire à Versailles, en présence du roi & de la famille royale, étant fixé au 19 du même mois, & la machine précédente qui devoit servir à la répéter étant absolument hors de service, on en construisit une autre, & l'activité fut telle que, le 18 au soir, on put en faire l'essai en présence des commissaires de l'académie. L'on avoit été obligé d'employer près d'un mois pour construire la machine de canevas, doublée en papier; cette nouvelle machine en bonne toile fut terminée le cinquième jour.

Le 19, elle fut établie dans la grande cour du château de Versailles, sur un théâtre octogone qui correspondoit à l'attirail & aux cordages tendus pour la manœuvrer. Cette espèce d'échafaud, recouvert & entouré de toiles de toute part, avoit dans le milieu une ouverture de plus de quinze pieds de diamètre, autour de laquelle on pouvoit circuler au moyen d'une banquette destinée à ceux qui faisoient le service de la machine. Une garde nombreuse décrivoit une double enceinte autour de ce vaste théâtre.

Le dôme de la machine étoit déprimé, & portoit horisontalement sur la grande ouverture de l'échafaud à laquelle il servoit de voûte; le reste des toiles étoit abattu, & se replioit circulairement sur les banquettes; de sorte qu'en cet état, la machine n'avoit aucune espèce d'apparence, & ressembloit à un amas de toiles de couleur qu'on auroit entassées sans ordre : il en régnoit cependant un très-grand dans la disposition & la conduite de tout cet appareil. Le dessous de l'échafaud étoit consacré pour les opérations propres à produire la vapeur. C'étoit sous la grande ouverture, recouverte par le dôme de la machine, que devoit se faire ce travail. Au milieu & à terre étoit un réchaud de fer à clair voie, de quatre pieds de hauteur, sur trois de diamètre, fait pour recevoir les matières combustibles. Un entourage en forte toile peinte, & de forme circulaire, adhérant à la base du ballon, & descendant par le trou, jusque sur le pavé, pouvoit être considéré comme un vaste entonnoir, comme une espèce de cheminée destinée à contenir les vapeurs, & les conduire dans l'intérieur de la machine; de sorte que les personnes qui devoient diriger le feu, se trouvoient placées par ce moyen sous le ballon même; elles avoient à leur portée des provisions de paille & de laine hachée pour produire la vapeur, ainsi qu'une cage d'osier avec un mouton, un coq & un canard, & tous les autres agrès nécessaires pour l'expérience.

A dix heures du matin la route de Paris à Versailles étoit couverte de voitures; l'on arrivoit en foule de toutes parts : & à midi les avenues, les cours du château, les fenêtres & même les combles, étoient garnis de spectateurs. Tout ce qu'il y avoit de plus grand, de plus illustre & de plus savant dans la nation, sembloit s'être réuni comme de concert pour rendre un hommage solemnel aux sciences. Leurs majestés & la famille royale se transportèrent dans l'enceinte, & examinèrent tous les détails relatifs à cette expérience.

A une heure environ, le bruit d'une boîte annonça qu'on alloit remplir la machine; on la voit presqu'aussi-tôt s'élever, se gonfler & déployer avec rapidité les plis & replis dont elle est composée; elle se développe en entier, sa forme plait à l'œil, sa capacité imposante étonne : elle atteint déjà au plus haut des mâts. Une autre boîte avertit qu'elle est prête à partir, & à la troisieme décharge les cordes sont coupées, & la machine s'élève pompeusement dans l'air, entraînant avec elle l'attirail dans lequel étoient renfermés un mouton & des volatiles.

Cette machine aérostatique s'éleva d'abord à une grande hauteur, en décrivant une ligne inclinée à l'horison que le vent de sud la força de prendre; elle parut rester ensuite quelques secondes en station, & produisit alors le plus bel effet. Enfin, elle descendit lentement dans le bois de Vaucresson, à 1700 toises du point d'où elle avoit été enlevée. L'on ne resta que onze minutes pour la remplir, & elle se soutint huit minutes en l'air, & parvint à 240 toises de hauteur.

Dans l'expérience d'Annonay la machine aérostatique s'étoit élevée au moins à mille toises; & si, dans l'expérience de Versailles, elle parvint à une moindre hauteur, on doit l'attribuer à deux déchirures de sept pieds d'ouverture sur son sommet, que le vent & la manœuvre occasionnèrent accidentellement, & qui durent nécessairement affoiblir la force d'ascension par le mélange de l'air atmosphérique, avec le fluide qui étoit contenu dans l'intérieur du ballon. Il en résulta pendant quelques momens un équilibre parfait, & la machine qui ne montoit ni ne descendoit alors, fut très-belle à voir, & fit, dans cet état de station, le plus grand plaisir aux spectateurs; mais à mesure que la vapeur se dissipoit, le ballon descendoit lentement du côté du bois de Vaucresson, & d'une manière si tranquille, que l'on comprit alors que, si elle eû porté des hommes, ils n'auroient couru aucun danger,

La hauteur exacte de cette machine d'une extré-

mité à l'autre, étoit de . . . . . . 57 pieds.
Son diamètre de. 41
Il pouvoit contenir. . . . 37500 pieds cubes.
L'air déplacé (en supposant le poids de l'air de 784 grains, le pied cube), pesoit 3192 livres.

Mais le fluide de M. de Montgolfier étant d'une pesanteur moindre de moitié que celle de l'air atmosphérique, son poids étoit de 1596 livres; l'équilibre étoit donc rompu de 1596 livres, sur quoi il faut déduire le poid du ballon, celui de la cage & du mouton, &c., 900 livres; il restoit donc net une force de 696 qui auroit pu encore être enlevée. Cette belle machine, en toile de fil & de coton, étoit peinte en dehors & en dedans à la détrempe; l'on avoit mêlé dans la couleur de l'intérieur de la terre d'alun, comme très-propre à résister à la plus forte chaleur : 80 livres de paille & cinq livres de laine hachée suffirent pour produire les 37500 pieds cubes de vapeur; & sans les déchirures de la partie supérieure, il n'eût fallu que cinquante livres de paille, ainsi qu'on l'avoit éprouvé la veille.

Plusieurs ont voulu donner le nom de gaz de M. de Montgolfier au fluide qui remplit & élève une machine aérostatique, & qui a été développé par le moyen du feu. Il paroît que le mot de gaz doit être réservé aux fluides aériformes, doués d'un caractère propre & spécifique, qu'on peut produire sans le concours & abstraction faite de l'air atmosphérique, soit par des procédés phisico-chimiques, soit par des moyens naturels; & qu'il ne convient pas de le donner aux différentes vapeurs combinées qui composent l'air qui sert à remplir & à enlever les machines aérostatiques de MM. de Montgolfier. Il est vrai que dans cette opération on a brûlé des matières animales qui produisent du véritable *gaz alkalin*, que la paille allumée laisse échapper différentes substances volatiles & mêmes des substances huileuses réduites en vapeurs, qui peuvent occasionner diverses modifications dans l'air atmosphérique ; ce dernier lui-même traversant la flamme, y éprouve quelque changement ; & comme il résulte de tous ces mêlanges un mixte aériforme particulier, plus léger que l'air commun, il ne paroît pas qu'il y ait un grand inconvénient à lui donner le nom de gaz de MM. de Montgolfier.

La connoissance exacte de ce gaz ou fluide mixte n'est pas aisée, parce qu'elle tient à une foule de circonstances accessoires ; en second lieu, parce que les expériences faites jusqu'à présent ayant été peu nombreuses, & exigeant des manœuvres promptes, il n'a pas encore été possible de recueillir des provisions de cet air, prises à différentes hauteurs de la machine, ce qui n'étoit pas aisé, soit à cause de sa grande élévation, soit parce que l'on a dû être naturellement plus occupé d'abord du succès des expériences, que des recherches sur les qualités du gaz. En attendant qu'on ait fait les essais convenable avec l'eudiomètre, on pourra se contenter de quelques faits recueillis par M. de Saint-Fond.

Il est très-important d'éparpiller la paille, de sorte qu'elle s'enflamme très-promptement, & sans produire de fumée ; un feu vif & brillant, un feu de flamme est ce qui convient le mieux.

Une machine de 70 pieds de hauteur, sur 46 de diamètre, peut être remplie en 5 minutes.

A mesure que le dôme de la machine commence à se remplir, on l'élève doucement à l'aide d'une corde & d'une poulie fixée entre les deux mâts de 50 à 60 pieds de hauteur qui doivent être placés à côté de l'échafaud ; cette manœuvre facilite l'entrée de la vapeur dans la machine, & sert à la contenir, jusqu'à ce qu'étant parvenue à la hauteur des mâts, elle se dégage elle-même & quitte ses liens.

Dès que l'aérostat commence à se gonfler, il se forme sur le champ un courant d'air rapide qui vient de l'extérieur, & entre dans la machine, de manière qu'avant qu'on eût pris les précautions nécessaires, les toiles disposées sous l'échafaud & autour du foyer en manière d'entonnoir cylindrique, étoient agitées avec une violence extrême, & venoient se joindre contre le foyer. Pour y remédier, il faut les arrêter par le moyen de poteaux disposés autour du réchaud, sur lesquels les toiles ont été clouées. Il entre donc une quantité considérable d'air atmosphérique dans la machine.

Cet air commun, avant de pénétrer dans la capacité du ballon, est obligé de traverser la flamme que produit la paille allumée. Il a paru probable à quelques-uns, qu'en s'échauffant l'eau qu'il contient & celle qui résulte de la combustion de la matière végétale, sont réduites en vapeur. Cette eau forme alors un fluide élastique plus rare & plus léger que l'air même, & cette vapeur diffère de tous les fluides aériformes connus, en ce que *le seul refroidissement suffit pour séparer le feu, & pour faire reparoître sous une forme dense & non élastique, l'eau qui s'étoit réduite en vapeur.*

Lorsque la flamme a produit une chaleur égale non seulement les vapeurs aqueuses, mais toutes les autres émanations renfermées dans l'aérostat, telles que les parties huileuses de la laine (si on a employé celle-ci), & celles produites par la combustion, sont tellement divisées & dissoutes, que la machine, quoique pleine & tendue dans tous les points, n'offre qu'un fluide

aériforme, transparent, & homogène en apparence. C'est ainsi que les vapeurs contenues dans l'air atmosphérique, étant parfaitement dissoutes par la chaleur, ne sont pas visibles.

C'est en cet état que la machine s'enlève avec force & vîtesse, & qu'elle se soutient le mieux en l'air. La vapeur est dans ce cas-là à l'air atmosphérique comme 1 à 2; c'est-à-dire, qu'elle est une fois plus légère que l'air ordinaire.

Lorsque la machine aérostatique est en expérience pendant quelque temps, il se forme dans l'intérieur une suie fine & légère, qui est à peine adhérente à la toile, & qui s'en détache au moindre mouvement.

Lorsqu'on a voulu essayer de brûler du bois de sarment, qui forme un feu vif & clair, la machine s'est très-bien tendue, mais le courant d'air transportoit avec rapidité des charbons encore enflammés jusques dans des parties très-élevées, ce qui pouvoit être dangereux pour l'enveloppe, d'autant plus que les charbons étoient encore très-animés à cette hauteur, ce qui annonce que l'air n'étoit ni méphitique ni détérioré. Le feu de paille est préférable à celui de sarment, parce qu'il ne fait aucun charbon.

Le feu de paille suffisant pour élever un aérostat, on doit en conclure que l'air dilaté par la chaleur suffit pour produire cet effet, à moins qu'on ne veuille lui associer dans ce cas des molécules aqueuses réduites en vapeurs.

4°. *Aérostat de la Muette. Premier voyage aérostatique.* Après l'expérience de Versailles, M. de Montgolfier résolut de construire un autre aérostat plus grand & plus solide, pour faire des essais propres à perfectionner cette découverte. Le 10 du mois d'octobre suivant, il fut entièrement achevé. Sa forme étoit ovale, sa hauteur de 70 pieds, son diamètre de 46, & sa capacité de 60,000 pieds cubes. Une galerie circulaire, construite en osier, & revêtue de toiles, étoit attachée par une multitude de cordes au bas de la machine; elle avoit environ trois pieds de largeur; il y régnoit de droite & de gauche une balustrade de trois pieds & demi de hauteur. Cette galerie ne gênoit ni n'interrompoit en aucune manière l'ouverture d'environ quinze pieds de diamètre, qui étoit au bas de la machine; elle lui servoit au contraire de prolongement, & c'étoit au milieu de cette ouverture qu'on avoit placé un réchaud en fil de fer, suspendu par des chaînes, au moyen duquel les personnes qui étoient dans la galerie avec des approvisionnemens de paille, avoient la facilité de développer du gaz à volonté. *Voyez* la *figure* 117 qui donne une idée exacte de cet appareil, qui pesoit au moins seize cents livres.

Le 15 octobre, M. Pilatre de Rozier se mit dans la galerie; la machine fut gonflée; elle partit en conservant le plus parfait équilibre, & s'éleva jusqu'à la longueur des cordes qu'on y avoit attachées pour la retenir, c'est-à-dire, jusqu'à 80 pieds de hauteur, & elle y resta en station pendant quatre minutes vingt-cinq secondes, sans que M. Pilatre éprouvât la plus légère incommodité. Elle descendit ensuite avec lenteur, étant toujours tendue; & ensuite, après avoir touché terre, on observa qu'elle partoit de nouveau & qu'elle s'élevoit encore à une certaine hauteur, lorsque la personne qui étoit dedans l'allégeoit en sortant de la galerie. Le 17 on répéta les mêmes expériences; le 19, la machine dont on avoit diminué la galerie fut remplie en cinq minutes, & M. de Rozier étant placé dans la galerie avec un poids de cent livres dans la partie opposée pour faire équilibre, fut enlevé à la hauteur de 200 pieds; la machine se soutint six minutes à cette élévation, sans feu dans le réchaud.

Dans une seconde expérience, la machine aérostatique portant M. Pilatre de Rozier avec le contrepoids de cent livres, le feu étant dans le réchaud, fut enlevé à 250 pieds de hauteur, où elle resta en station pendant huit minutes & demie; comme on la retiroit, un vent d'est la porta sur une touffe de très-grands arbres dans un jardin voisin, où elle s'embarrassa, sans perdre l'équilibre : l'on renouvela le gaz, & elle se retira elle-même de ce mauvais pas, en s'élevant pompeusement dans l'air. Cette expérience prouve que la machine ne *tombe* pas, mais qu'elle *descend.* M. de Rozier donna encore un exemple de la facilité qu'il y a de descendre & de remonter à volonté; car la machine étant parvenue à plus de 200 pieds, elle descendit lentement; & comme elle approchoit de terre, M. de Rozier produisit très-adroitement une augmentation de feu, & elle repartit subitement pour regagner sa première place.

La machine partit, dans une troisième expérience, avec M. Pilatre de Rozier & un compagnon de voyage, M. Giraud de Vilette; & comme l'on avoit allongé les cordes, elle s'éleva jusqu'à la hauteur de 324 pieds, & elle y resta dans le plus parfait équilibre au moins neuf minutes. Lorsque la machine fut redescendue, ces messieurs assurèrent qu'ils n'avoient pas éprouvé la plus légère incommodité. M. le marquis d'Arlandes prit ensuite la place de M. Giraud de Vilette, & fut enlevé avec M. Pilatre. Cette dernière expérience eut le même succès que la précédente : il est certain que si la machine n'eût pas été retenue, elle auroit été portée au moins à douze cents toises d'élévation.

Il faut observer avec M. de Montgolfier que dans les expériences précédentes, il faisoit un peu de vent : ce qui obligeoit de contenir la machine avec

des cordages pour qu'elle ne dérivât pas dans les jardins voisins ou sur les maisons. « Il en résultoit que les cordes devoient faire un angle avec l'horison, tel que la hauteur perpendiculaire de la machine fut à l'éloignement des hommes qui tenoient les cordages, comme la tendance de la machine à monter est à l'impression que le vent faisoit sur elle; & comme les cordes ont presque toujours fait un angle de 45 dégrés avec l'horison, il suit qu'environ les $\frac{7}{10}$ de la force du vent étoient employés à repousser la machine en bas. Cet effet devenoit encore plus sensible lorsqu'on tiroit les cordages pour ramener la machine verticalement au-dessus de la partie libre du jardin; les $\frac{7}{10}$ de la force qu'on employoit à la tirer, réagissoient pour la faire descendre; en sorte que cet effort étant au moins de 5 à 600 livres, il en a dû résulter une surcharge de 350 à 400 livres, qui n'eût pas eu lieu si la machine eût été en liberté. Ainsi, c'est autant à la tranquillité de l'air qu'à l'allégement de 100 que j'ai procuré à la machine, qu'on doit attribuer le plein succès d'hier ».

Les expériences faites le 15, le 17, & le 19 octobre dans le faubourg Saint-Antoine, où MM. Pilatre, Vilette, & d'Arlandes furent portés sans danger à une assez grande hauteur, laissèrent entrevoir l'espérance de pouvoir tenter dans peu un premier voyage aérien, en abandonnant absolument la machine. La cour de M. le dauphin, qui étoit au château de la Muette, choisit les jardins spacieux de ce château pour l'expérience importante dans laquelle la machine aérostatique devoit s'élever en liberté dans l'air avec des hommes. Les ordres furent donnés pour construire l'estrade & l'appareil nécessaire. Le 21 novembre 1783, malgré un vent irrégulier qui accompagnoit de gros nuages blancs, on parvint à remplir la machine en peu de minutes. M. d'Arlandes & M. Pilatre de Rozier s'y placèrent, & elle partit; mais comme par des raisons particulières, l'on retint la machine par des cordes, les mêmes accidens qui étoient arrivés dans pareille occasion ne manquèrent pas de se présenter dans celle-ci; le vent d'une part, la force d'ascension de l'autre, & la résistance des cordes, tourmentèrent si fort l'aérostat, qu'il ne tarda pas à se déchirer & à s'abattre ensuite sur la terre, où il se seroit infailliblement brûlé, sans les secours très-prompts qu'on fut à portée de lui donner. L'on vint à bout cependant de le ramener sur l'estrade, où il perdit, en peu de minutes, par les déchirures qui s'y étoient faites, le gaz ou plutôt l'air raréfié qu'il contenoit. Plusieurs autres épreuves ont prouvé constamment qu'il valoit mieux laisser partir tout de suite un aérostat qui est prêt, que de le retenir.

L'accident dont on vient de parler n'eut pas de suites; car après une heure & demie environ de travail, tout étant réparé, & la machine ayant été remplie en huit minutes, elle fut promptement lestée avec les approvisionnemens de paille nécessaires pour entretenir le feu pendant la route, & MM. d'Arlandes & de Rozier reprirent leurs postes.

L'aérostat quitta bientôt la terre (à une heure 54 minutes), s'éleva d'abord d'une manière assez tranquille pour qu'on pût le considérer à l'aise; mais à mesure qu'il s'éloigna, l'on vit les voyageurs baisser leurs chapeaux & saluer les spectateurs, qui étoient tous dans le silence & l'admiration, mais qui éprouvoient un sentiment d'intérêt mêlé de regret & de crainte. La machine qui continua à s'élever de la manière la plus majestueuse, fut portée en peu de temps à une telle hauteur, qu'il ne fut plus possible de distinguer les hommes, & elle ne paroissoit elle-même guères plus grande qu'un lustre. On la vit longer *l'Isle des Cygnes* & filer au-dessus de la Seine jusqu'à la *barrière de la Conférence*, où elle traversa la rivière, mais toujours à une très-grande hauteur; de manière que les habitans de Paris, qui accouroient en foule de toutes parts, purent la voir des rues les plus étroites & de toutes celles où les maisons sont le plus élevées. Les tours de Notre-Dame étoient couvertes d'observateurs & de curieux, & la machine passant entre le soleil & le point qui correspondoit à une des tours, y produisit une éclipse d'un nouveau genre. Enfin l'aérostat s'élevant ou s'abaissant plus ou moins en raison de la manœuvre des voyageurs aériens, passa entre *l'hôtel des Invalides* & *l'Ecole militaire;* & après avoir plané sur les *Missions étrangères*, il s'approcha de *Saint-Sulpice*. Alors les navigateurs ayant forcé le feu pour quitter Paris, s'élevèrent & trouvèrent un courant, qui les dirigeant vers le sud, leur fit dépasser le *boulévart*, & les porta dans la plaine; l'expérience leur ayant paru complette, ils crurent qu'il étoit inutile, dans un premier essai, d'aller plus loin, & cessèrent le feu; la machine s'abaissa & se reposa sur la *Butte-aux-cailles*, entre le *moulin des Merveilles* & le *Moulin-Vieux*; mais la dilatation cessant par l'absence de la chaleur, la machine se déprima, & perdit presque tout son air en touchant terre, après avoir franchi dans le vague de l'air un intervalle de plus de 4000 toises. La machine ayant été mise en ordre & en sûreté en moins de dix minutes, fut chargée sur une charrette, & on la reporta au faubourg Saint-Antoine.

Dans ce voyage, ces premiers navigateurs aériens s'élevèrent au moins à trois mille pieds de hauteur; dans cette route, qui fut de plus de 5000 toises, en comptant les tours & détours, ils ne mirent que 20 à 25 minutes. Cette machine avoit 70 pieds de hauteur, & 46 pieds de diamètre; elle contenoit 60,000 pieds cubes, & le poids qu'elle enleva fut de seize à dix-sept cents livres.

5°. *Aérostat des Tuileries. Second voyage aérostatique.* L'expérience de la Muette, qui étoit le premier voyage aérien, avoit excité le désir d'en voir un second. MM. Charles & Robert ouvrirent une souscription pour construire un globe de taffetas enduit de gomme élastique, de vingt-six pieds de diamètre, & à air inflammable, auquel seroit suspendu un char où seroit un navigateur. Bientôt ce globe fut en état d'être exposé à la vue des amateurs. Le 26 décembre il étoit déjà suspendu à l'entrée de la grande allée des Tuileries, étant retenu par une corde tendue d'un arbre à l'autre; le lendemain l'on fut occupé à le remplir de gaz.

L'appareil pour cet objet consistoit en plusieurs tonneaux, placés circulairement autour d'une cuve pleine d'eau; de longs tuyaux de plomb partoient de ces tonneaux, & venoient se réunir sous une cloche plongée dans l'eau destinée à recevoir tout le gaz inflammable qui se développoit des tonneaux dans lesquels l'on jetoit de la limaille de fer & de l'acide vitriolique affoibli d'eau. Cette espèce d'entonnoir portoit le gaz dans un tube qui communiquoit avec le globe. Divers accidens firent retarder l'expérience jusqu'au 1er décembre 1783.

Le jour fixé étant arrivé, un peuple immense s'empressa de toutes parts pour jouir de ce brillant spectacle. Enfin, le bruit du canon qui retentit d'intervalle en intervalle, annonce les premières manœuvres; le globe est amené au milieu de l'enceinte; on fait les dispositions & les approvisionnemens convenables pour le voyage; un char, ou plutôt une nacelle, est suspendue au globe plein de gaz inflammable : on la charge d'un lest proportionné.

En attendant la grande expérience, on fait partir un petit ballon vert de 5 pieds 6 pouces de diamètre, qui fut lancé par M. Montgolfier. Le canon se fait entendre de nouveau, l'on brûle à diverses reprises de grandes amorces de poudre, & l'on met en évidence les signaux sur le dôme des Tuileries. Enfin les voyageurs prennent leur place; le globe s'ébranle, « le char quitte la terre, & s'élevant au milieu du silence & de l'admiration, permet, par sa marche tranquille & modérée, de suivre des yeux & du cœur deux hommes intéressans, qui, semblables à deux demi-dieux, se dirigent vers le séjour des immortels, pour y recevoir le prix du courage & de l'intelligence, & y porter le nom à jamais célèbre des Montgolfier. Le globe étant élevé à 300 toises, il ne fut plus possible de distinguer les navigateurs aériens; mais des banderoles de couleur qu'ils agitèrent dans l'air, annoncèrent leur sécurité & leur heureux voyage; dès-lors toute crainte cessant, l'enthousiasme succéda à l'étonnement, & de justes démonstrations d'applaudissemens & de joie se manifestèrent de toutes les manières ».

Le char aérien étant arrivé à la hauteur de *Mouceau*, resta un instant en station, se retourna, & suivant la direction du vent, traversa la Seine entre *Saint-Ouen* & *Asnières*, & passa presqu'au-dessus de *Gennevilliers*. Comme la rivière fait de grandes sinuosités, elle fut franchie une seconde fois, non loin d'*Argenteuil*, & les voyageurs filèrent dans la direction de *Sanois*, *Franconville*, *Eau Bonne*, *Saint-Leu*, *Taverny*, *Villiers*, *l'Isle-Adam*; & après avoir parcouru un trajet d'environ neuf lieues, en s'abaissant plus ou moins, & s'élevant à volonté, au moyen du lest qu'ils jetoient, ils arrivèrent doucement, & sans aucune espèce d'accident, à trois heures & demie passées, dans la prairie de *Nesle*, où arrivèrent peu de temps après un prince & quelques seigneurs qui suivirent sur d'excellens chevaux le globe, qu'ils ne perdirent jamais de vue. Un procès verbal fait dans ce dernier endroit, constata que cet aérostat étoit descendu dans la prairie de *Nesle*, à environ neuf lieues de Paris, à trois heures trois quarts : ils étoient partis à une heure & trois quarts.

Le procès verbal étant signé, & M. Robert ayant quitté le char, ce qui produisit une légereté spécifique de 130 livres, M. Charles se décida à partir seul; les personnes qui retenoient le char l'abandonnèrent à un signal donné, & le globe s'éleva avec une telle vitesse, qu'en dix minutes il fut porté à plus de 1500 toises, selon M. Charles, qui ne pouvoit plus distinguer les objets terrestres à cette hauteur. Le passage subit d'un air tempéré à un air glacial, ne fut point insupportable pour l'intrépide navigateur. Mais s'appercevant à cette grande hauteur qu'il y avoit sept à huit minutes qu'il ne montoit plus, qu'il commençoit même à descendre, il accéléra sa descente, en tirant de temps en temps la soupape supérieure, & vint descendre auprès du bois de *la Tour-du-Lay*, ayant fait en 35 minutes un trajet qu'on peut évaluer à plus de trois lieues, à cause des déviations fréquentes que le globe éprouva dans l'air. *Voyez* la *figure* 118, qui représente ce globe auquel le char est suspendu.

Le char étoit en osier, recouvert en toile, avec des peintures & des ornemens; sa longueur étoit de 7 pieds 6 pouces, sa largeur de 3 pieds 10 pouces, & sa profondeur de 3 pieds 2 pouces, son poids de 130 livres; il étoit suspendu par un grand nombre de cordes qui tenoient à un filet placé sur l'hémisphère supérieur du ballon; le poids total de l'étoffe, du filet, du char, des deux hommes, du lest, & autres objets accessoires, par des pesées très-exactes, étoit de 604 livres $\frac{1}{2}$; l'excès de légèreté de la machine, fut déterminé par le moyen d'un peson à ressort à 20 livres. Le poids de l'air déplacé a dû être de 771 livres $\frac{1}{2}$, le poids de l'air inflammable, de 147 livres, & leurs pesanteurs spécifiques dans le rapport de 5 $\frac{1}{4}$ à peu près.

Au moment du départ des Tuileries, le vent étoit à l'est, mais à peine sensible : le thermomètre à 4 degrés au-dessus du terme de la congélation, & le baromètre à 28 pouces 4 lignes $\frac{1}{4}$; mais à la plus grande élévation où M. Charles parvint, le baromètre descendit à 18 pouces 10 lignes, & le thermomètre à 5 degrés au-dessous de la glace.

L'aérostat ne souffrit d'autre altération que les modifications successives de dilatation & de compression dont les navigateurs profitèrent pour monter & descendre à volonté d'une quantité quelconque. « Le thermomètre, dit M. Charles dans le discours qu'il prononça, a été pendant plus d'une heure entre 10 & 12 degrés au dessus de zéro, ce qui vient de ce que l'intérieur de notre char étoit réchauffé par les rayons du soleil. Sa chaleur se fit bientôt sentir à notre globe, & contribua, par la dilatation de l'air inflammable intérieur, à nous tenir à la même hauteur, sans être obligés de perdre de notre lest; mais nous faisions une perte plus précieuse, l'air inflammable, dilaté par la chaleur solaire, s'échappoit par l'appendice du globe, que nous tenions à la main, & que nous lâchions suivant les circonstances, pour donner issue à l'air trop dilaté. C'est par ce moyen simple que nous avons évité ces expensions & ces explosions que les personnes peu instruites redoutoient pour nous; l'air inflammable ne pouvoit pas briser sa prison, puisque la porte lui en étoit toujours ouverte, & l'air atmosphérique ne pouvoit entrer dans le globe, puisque la pression même faisoit de l'appendice une véritable soupape qui s'opposoit à sa rentrée ».

Après que M. Robert fut descendu à Nesle, le globe aérostatique, qui étoit assez flasque au nouveau départ de M. Charles, s'enfla insensiblement. Bientôt le gaz inflammable s'échappa à grands flots par l'appendice. « Alors je tirai, dit cet illustre physicien, de temps en temps la soupape pour lui donner à la fois deux issues, & je continuai ainsi à monter en perdant de l'air; il sortoit en sifflant, & devenoit visible, ainsi qu'une vapeur chaude qui passe dans une atmosphère beaucoup plus froide. La raison de ce phénomène est simple. A terre; le thermomètre étoit à 7 degrés au-dessus de la glace; au bout de 10 minutes d'ascension, j'avois 5 degrés au-dessous; l'on sent que l'air inflammable contenu n'avoit pas eu le temps de se mettre en équilibre de température; son équilibre élastique étant beaucoup plus prompt que celui de la chaleur, il en devoit sortir une plus grande quantité que celle que la dilatation extérieure de l'air pouvoit déterminer par sa moindre pression ».

6°. *Aérostat de Lyon. Troisième voyage aérien.* On n'avoit pas encore essayé d'enlever des êtres animés avec des machines aérostatiques; l'expérience de Versailles, du 19 septembre 1783, n'étoit pas encore faite, lorsque M. Joseph de Montgolfier l'aîné, qui se trouvoit à Lyon, fut prié de se mettre à la tête d'une souscription, dont les fonds, qui ne devoient pas excéder quatre mille quatre cents livres, seroient destinés à construire une machine propre à enlever un grand poids, & à laquelle l'on suspendroit un cheval ou tout autre animal. Mais le succès de l'expérience de la Muette ayant fait désirer à plusieurs personnes de monter elles-mêmes dans la machine, on y fit des changemens.

Cette machine avoit 126 pieds de hauteur, sur 102 de diamètre; elle étoit composée de deux toiles, entre lesquelles l'on avoit piqué trois feuilles de papier froissé; le tout étoit arrêté par des rubans de fil, cousus de distance en distance, & par des cordes disposées de manière à donner de la consistance à cette enveloppe, qui avoit d'autant plus besoin de ce soutien, que les toiles n'étoient composées que d'un simple cannevas d'étoupes, du prix modique de 8 sous l'aune, parce qu'on demandoit de l'économie, quoiqu'il fût question d'élever dans l'air un poids de huit milliers. La forme de l'aréostat étoit celle d'une sphère allongée par le bas, & terminée en cône tronqué; une galerie en osier y étoit suspendue avec des cordes; la calote supérieure étoit blanche, le reste grisâtre, & la partie conique rapprochée de la galerie, composée d'étoffes de laines de différentes couleurs.

Depuis le 7 janvier jusqu'au moment du départ, on s'occupa de completter la machine, & ensuite de réparer les accidens qu'avoient entraînés divers préparatifs. Le 12, on remarqua, dans une expérience préparatoire, qu'une botte de paille arrosée d'esprit-de-vin développa un feu tel que cette énorme machine s'enleva à trois pieds de hauteur, & qu'elle alla à 15 pieds de distance, malgré les efforts de 50 à 60 personnes qui la retenoient; le 15, on observa qu'il ne falloit que 5 livres de fagots de bois d'aulne par minute, pour l'entretenir dans le meilleur état de tension; à quatre heures du même jour, six personnes étant dans la galerie, avec un lest de trois mille deux cents livres, furent enlevées à un pied de terre, malgré les efforts qu'on fit pour retenir la machine; tout sembloit alors favoriser le départ, mais il étoit trop tard. Dans la nuit il y eut pluie & gélée : le lendemain de la neige.

Le 19 janvier 1784, jour du départ, on s'occupa dès le grand matin à sécher lentement, & avec précaution, la machine, en faisant un feu modéré de charbon sous l'estrade; l'aérostat étoit dans le plus mauvais état, & criblé de trous, tant il avoit souffert par la gelée, la neige, & la pluie, &c.; l'on substitua au filet dont on avoit ci-devant fait usage, seize cordes, & la machine se développant très-bien, sept voyageurs y montérent, quoiqu'il eût été décidé que la machine n'en

pouvoit porter que quatre ; on ne put, par aucun moyen, déterminer personne à descendre. La machine partit donc, se dirigeant du côté du Rhône; mais étant en mauvais état, & y ayant du danger de s'approcher trop du fleuve, l'on augmenta de nouveau le feu : l'aérostat s'éleva alors avec vîtesse, & poussé par un air de vent, il tourna subitement de l'est à l'ouest; faisant route ensuite du côté de l'est-sud-est, il s'éleva au moins à plus de 500 toises; là il offrit à une foule immense de spectateurs étonnés le plus frappant & le plus nouveau de tous les spectacles. Le vent changea une troisième fois, & devint sud sud ouest; mais il étoit si foible, que la machine ne dépassa pas le bâtiment connu sous le nom de *la Loge de la bienfaisance*, au-dessus duquel elle resta en station à une grande hauteur, pendant environ quatre minutes, éclairée par les rayons du soleil. Ce fut dans cette position, & après quinze minutes de marche, qu'une déchirure verticale de 50 pieds dans l'hémisphere supérieure, occasionnée d'abord par l'effort des cordes qui retenoient la machine, lorsqu'elle partit, ensuite considérablement augmentée par le nombre des voyageurs, par le grand poids du lest, & par le mauvais état des toiles, força l'aérostat de descendre assez rapidement, pour faire craindre sur le sort des braves navigateurs aériens; mais heureusement que tout se passa sans accident.

Les noms de ces voyageurs sont M. Joseph de Montgolfier, M. Pilatre de Rozier, M. le comte de Laurencin, M. le comte de Dampierre, M. le prince Charles de Ligne, M. le comte de la Porte d'Anglefort, M. Fontaine. Ces personnes, avec le lest & la machine, formoient un poids de 156 quintaux; elles restèrent en l'air environ quarante minutes. Cette machine contenoit 540,000 pieds cubes de gaz ignée, produit par la combustion de 500 livres de bois d'aulne; il ne fallut que 17 minutes pour remplir parfaitement cette machine énorme, qui présenta dans l'air, aux yeux de cent mille spectateurs, la masse la plus imposante & la plus majestueuse qu'on puisse jamais voir.

Qu'il eût été à souhaiter qu'on eût exécuté le projet de M. Joseph de Montgolfier, d'exécuter un aérostat de 100 pieds de diamètre en taffetas!

7°. *Le quatrième voyage aérien a été fait à Milan.* Ce nouvel aérostat fut construit aux frais & sous la direction du chevalier don Paul Andreani, qui s'étoit associé comme coopérateur les frères Augustin & Charles-Joseph Gerli. M. l'abbé Charles Castelli en a fait une description dans une lettre, dont nous extrairons ce qu'il y a d'essentiel. Cette machine, exécutée suivant les principes de MM. de Montgolfier, c'est-à-dire, avec l'air raréfié, étoit de forme sphérique, d'un diamètre de 66 pieds de Paris; l'enveloppe étoit composée d'une simple toile (*tela rovana*), revêtue en dedans d'un papier à lettre très-fin.

Les parties solides qui entroient dans la construction de la machine, consistoient en une simple zône en bois, établie horisontalement au milieu & dans l'intérieur du globe, en un cercle de bois du diamètre de 13 pieds, posé vers l'orifice qui terminoit la sphère, & en un chapiteau de bois établi dans la partie supérieure auquel on avoit fixé un anneau de fer; du haut du chapiteau, & le long des coutures qui composoient les fuseaux de la sphère, descendoient plusieurs grosses cordes destinées à soutenir l'encadrement de la bouche inférieure; & de ces cordes, qui étoient unies aux toiles mêmes, partoient d'autres cordes moins considérables, croisées en forme de filet dans l'intention de tenir le globe dilaté, & ces cordes étoient cousues à la toile même.

Le brasier ou le récipient destiné à recevoir les matières combustibles, étoit placé à l'embouchure de l'ouverture; il étoit en cuivre, du diamètre d'environ six pieds, & il étoit soutenu par quelques traverses de bois qui partoient du dehors de l'encadrement de l'embouchure. M. Andreani crut ne devoir placer le réchaud, contre l'usage ordinaire, que très-peu au-dessus de l'ouverture du globe; il s'étoit apperçu, conformément à la théorie, que l'activité du feu étoit proportionnée à celle de l'air qui pouvoit entrer pour l'alimenter; au lieu d'une galerie, on substitua une ample corbeille circulaire, qui fut suspendue par des cordes à l'encadrement de l'orifice du globe, à une telle distance cependant, qu'on pouvoit fournir avec la main les matières combustibles, sans trop ressentir l'effet de la chaleur.

Après quelques essais faits en particulier, le 25 février 1784, vers environ midi, on alluma de nouveau le feu sous la machine, d'abord avec du bois de bouleau bien sec, ensuite avec une pâte de matières bitumineuses, ingénieusement combinée par un des frères Gerli; en moins de 4 minutes, la machine fut entièrement gonflée, & les personnes qui tenoient quelques-uns des gros cables, s'apperçurent aussi-tôt qu'elle faisoit effort pour s'élever; on souleva ensuite suffisamment l'aérostat pour donner une plus grande liberté à l'air, & augmenter la force d'ascension. Alors les trois voyageurs montèrent dans leur barque circulaire.

La machine fut à peine abandonnée, qu'elle s'éleva avec lenteur en se dirigeant horisontalement du côté d'un palais voisin; mais le feu ayant été augmenté à dessein d'éviter cet obstacle, l'aérostat s'éleva avec une grande rapidité à une hauteur

surprenante, à environ 1200 pieds; car il fut vu de la ville, qui est éloignée au moins de huit milles de l'endroit d'où on avoit fait l'expérience, & la barque circulaire dans laquelle étoient les voyageurs, quoique du diamètre d'environ dix pieds, n'étoit plus visible. On perdit ensuite de vue l'aérostat.

Voyant ensuite qu'un vent qui s'élevoit portoit leur machine vers les collines voisines du mont de *Brianza*, qui sont d'un difficile accès, & s'appercevant d'un autre côté que la provision de matières combustibles manquoit, ils jugèrent qu'il étoit convenable de descendre : c'est pourquoi ils diminuèrent le feu, & au moyen d'un porte-voix, ils avertirent la multitude d'approcher, pour faciliter leur descente; la machine en descendant vint se reposer sur un gros arbre; mais le feu ayant été ranimé, & la machine s'étant suffisamment relevée au-dessus de cet arbre, on saisit ensuite les cordes qui pendoient de l'aérostat pour l'abaisser jusqu'à terre. MM. Andreani & Gerli étant descendus, la machine se trouva allégée d'un poids considérable, & l'on fut obligé d'employer des forces pour la retenir, & on la conduisit ainsi jusqu'au lieu même d'où on étoit parti.

Cet aérostat demeura en l'air environ vingt minutes; l'espace qu'il parcourut horisontalement ne fut que d'un quart de mille, & il n'éprouva pas le plus léger dommage. Il auroit été à désirer que cette machine eût eu au moins 80 pieds de diamètre, & qu'on eût supprimé l'encadrement solide qu'on reconnut n'avoir presque aucun avantage, & surcharger de beaucoup la machine. Le poids total de cet aérostat étoit d'environ 1500 livres, gros poids de Milan; la toile avec le papier collé, les cordes qui la défendoient en dehors pesoient 680 livres; le bois du chapiteau, la zône du milieu, & l'encadrement de l'embouchure 246 livres; la barque 110 livres; la provision de bitume & de bois 120 livres; le réchaud 30; les autres accessoires 168 livres, & les trois voyageurs 254 livres. Ainsi, comme la force ou le poids de l'air déplacé par la machine étoit de 5378 livres, il en résultoit, selon M. Castelli, que la raréfaction causée par la vive chaleur, ne pouvoit être au plus que du tiers de l'air commun; le réchaud étoit porté sur un pivot à la cardan, tel que ceux employé pour les boussoles des vaisseaux.

8°. *Expérience faite à Paris au champ de Mars, le 2 mars* 1784, avec un globe en taffetas de 26 pieds de diamètre, plein d'air inflammable. M. Blanchard s'étoit occupé depuis un grand nombre d'années d'un projet qui parut ridicule aux yeux des gens éclairés, celui de faire un bateau volant par le seul secours de la mécanique. *Voyez* l'article VOLER *dans l'air.* Car il est reconnu que le poids d'un homme & celui du vaisseau qui devoit le porter, étoit de nature à exiger des aîles d'une étendue & d'un développement si considérables, que l'usage & la manœuvre en devenoient impraticables. Ecoutons M. Joseph Mongolfier. « Plusieurs, dit-il, ont essayé de naviger dans l'air; mais comme la résistance qu'oppose ce dernier fluide est environ huit cent fois moins considérable que celle de l'eau, ces moyens ont dû paroître plus difficiles. On avoit bien l'exemple des oiseaux, mais en comparant leur force & leur pesanteur à la force & à la pesanteur de l'homme, il résulte de ce calcul que le moyen employé par ces animaux n'est pas en notre pouvoir, le créateur ne nous ayant pas pourvus d'une force physique suffisante, pour nous nécessiter peut-être à faire un plus grand usage de l'intelligence dont il nous a doués. En effet la force de l'homme le plus robuste ne s'étend pas à plus de cent livres, avec une vîtesse d'un pied par seconde; & encore ne pourroit-il pas continuer cet effort au-delà de quelques minutes. Or une pareille force ne peut balancer celle de sa pesanteur, qui l'attirera vers la terre avec une force de cent cinquante livres, parcourant près de quinze pieds dans la premiere seconde; & si l'on ajoute le poids des aîles qui seroit nécessairement très-considérable, vu la grande envergure à laquelle nécessite le peu de résistance de l'air, l'épaisseur des leviers à raison de leur longueur & de l'effort qu'ils subissent, on n'a pu envisager cette navigation aérienne que sous un point de vue bien décourageant ». *Discours à l'Académie de Lyon.*

M. Blanchard, forcé d'abandonner ses anciens projets, se détermina à répéter les expérences qu'on avoit faites quelques mois auparavant, soit au champ de Mars, soit aux Tuileries. L'expérience eut lieu le 2 mars 1784 au milieu d'un concours immense de spectateurs, & ce voyageur partit avec une intrépidité sans égale. Son globe, vu de l'observatoire royal, parut, à midi 35 minutes, avoir 16 degrés & demi de hauteur, selon M. Cassini. A 1 heure trois minutes son diamètre supposé de 26 pieds paroissoit sous un angle de 11 minutes 50 secondes, ce qui suppose sa distance de 1259 toises, & sa hauteur étoit de 52 degrès, ce qui donne 992 toises d'élévation. A une heure trois quarts il descendit dans la plaine de Billancourt, après avoir traversé plusieurs fois la riviere, essuyé pendant quelque temps des calmes & s'être trouvé dans divers courans à différentes hauteurs qui le poussoient tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. La réponse que M. Blanchard fit le 12 mars 1784, nous paroît trop peu conformes aux principes de la physique pour en rapporter aucun détail.

M. Bourgeois.

M. Bourgeois a donné les évaluations suivantes de cet aérostat.

Ballon	102 liv.
Filet & cerceau	63
Navire & cordages	75
Le navigateur	110
Lest	8
Air inflammable à $5\frac{1}{4}$	110
Poids total	468

Le poids d'un autre navigateur étant de 122, il y eut alors équilibre avec l'air déplacé; mais dès qu'il fut sorti, le ballon s'éleva, & la force d'ascension fut de 122 livres. On observera que le ballon étant de 26 pieds de diamètre, auroit déplacée 800 livres d'air atmosphérique s'il eût été plein.

Dans les circonstances qu'on vient de détailler le ballon se seroit élevé à 1300 toises environ s'il eût conservé son vide; il se gonfla progressivement, & la dilatation de l'air intérieur donna la preuve du plein le plus complet. Cette circonstance qui rétablit l'espace de l'air déplacé sur la surface de la terre à 800 livres, autorise à admettre l'élévation à 2100 toises, d'autant plus que l'enveloppe de taffetas laissoit échapper beaucoup de gaz, & que le voyageur se détermina enfin à faciliter cette sortie. La perte, en diminuant le poids, augmentoit le rapport pendant quelque temps, & jusqu'au moment où le gaz ne put conserver le plein.

Le ballon dans lequel monta M. Blanchard fut fait aux frais d'un grand nombre de souscripteurs; il fut construit par M. Tourillon. « Je ne » rougis donc pas, dit M. Blanchard dans sa pre- » mière lettre aux auteurs du journal de Paris, d'an- » noncer que je fais faire chez M. Tourillon, » à sa fabrique de taffetas cirée, rue Pavée Saint- » André-des-Arts, un globe à l'instar de celui » de MM. Charles & Robert ».

Quant à la maniere de produire en grand le gaz inflammable, & de remplir le globe aérostatique dans lequel monta M. Blanchard, celui-ci eut recours à MM. Vallet & Alban, directeur de la manufacture des acides & sels, établie à Javelle près Paris. Au lieu de donner ici la description du premier appareil dont ils se servirent, nous exposerons en peu de mots celle de leur appareil perfectionné & simplifié. Cette *nouvelle méthode* est plus expéditive, & par son moyen on peut remplir un aérostat de 30 pieds en deux heures de temps & dans une seule opération.

M. Vallet « chargé de présider au travail de l'air inflammable dans l'expérience de M. Blanchard, tourna toute son attention sur la meilleure manière de produire l'air inflammable en grand, & sur celle d'économiser sur le temps & sur la dépense, & il y parvint même dès le début. Il fallut à M. Charles plus de trois jours & des peines incroyables pour remplir son ballon, tandis que M. Vallet fit remplir celui de M. Blanchard en 27 heures, & il ne lui en eût fallu tout au plus que 15, si l'enveloppe eût été moins perméable, & si le vent n'eût pas autant fatigué la machine ». L'expérience apprit à M. Vallet qu'on pouvoit faire mieux encore. La figure 122 représente le nouvel appareil qu'il a perfectionné pour remplir un globe de 30 pieds de diamètre en deux heures. Voici les détails fournis par M. Vallet lui-même.

A Globe de 30 pieds de diamètre.

B. Appendice de 12 pieds de longueur sur 18 pouces de diamètre. Ce conduit de communication ou espèce de boyau doit être en taffetas ciré, parce qu'étant flexible il se prête aux diverses manœuvres nécessaires pour remplir le ballon. On pourroit aussi le faire en cuir.

C. Cinq cuves de 8 pieds de diamètre sur 4 pieds 6 pouces de hauteur.

D. Chapiteau en fer-blanc de 4 pieds de diamètre sur 3 pieds de hauteur. Il faut le peindre à l'huile en dedans & en dehors, afin de le garantir de l'action de l'acide. On a proposé d'y ménager une ou deux petites lucarnes ou œil de bœufs en verre, afin d'avoir la facilité d'examiner ce qui se passe sous la cloche, & de connoître si le gaz se développe bien. Mais on peut se passer de cet expédient.

E. Tube de 18 pouces de longueur, tenant au chapiteau destiné à porter l'air inflammable dans l'appendice.

F. Tube de 9 pouces de diamètre sur 9 pieds de longueur, y compris les parties coudées, communiquant des quatre cuves à celles du centre. Ce tube de fer-blanc doit être peint à l'huile en dedans & en dehors comme le chapiteau D.

G. Douille de fer-blanc clouée sur le fond de chaque cuivre, afin d'y adapter les tuyaux.

H. Bouchon de 15 pouces de diamètre, en bois doublé de cuir huilé, formant une ouverture qui permet d'entrer dans les cuves, & les nétoyer au besoin.

Pour remplir de cette manière un ballon de 30 pieds de diamètre en une seule opératioe, il faut

6764 livres d'acides vitriolique divisé par parties égales dans chaque cuve.
3850 livres de fer.
40430 livres d'eau.
Chaque cuve construite en bois de chêne, & reliée avec de forts cerceaux de fer,
coûte à Paris . . . . 750 liv. les cinq.
Les 4 tubes en fer-blanc de 9 pieds de largeur sur 5 pouces de diamètre 100
Le chapiteau & le tube supérieur. 100

950 liv.

Cette méthode expéditive & économique le paroîtra bien davantage lorsqu'on la comparera avec la première méthode de MM. Vallet & Alban pour l'expérience du 2 mars 1784. L'on y fit usage de dix tonneaux contenant chacun un muid de Paris; & on en avoit dix de rechange préparés, pour les substituer aux autres, lorsque l'air ne se dégageroit plus. Chaque tonneau dégageoit 220 pieds cubes de gaz inflammable, & les dix tonneaux ensemble 2200; il falloit trois heures pour chaque opération, mais deux auroient suffi si l'on eût eu des tonneaux préparés d'avance; & comme il étoit nécessaire de se procurer 9200 pied de gaz, cinq opérations auroient fourni au-delà de la quantité que le globe exigeoit.

Ces cinq opérations auroient consommé 4400 livres d'acide vitriolique, 2500 livres de fer, au lieu que la mauvaise qualité de l'enveloppe du globe de M. Blanchard fit une consommation de 6591 livres d'acide, & 3500 livres de fer, tant il s'échappoit de gaz par les coutures ou par le tissu du taffetas.

On employa pour faire le gaz inflammable nécessaire pour remplir ce globe de 26 pieds de diamètre
6591 livres acide vitrioliques à 10 sous la livre. . . . . . . 3295 l. 10 s.
3500 livres recoupes de tôle à 60 liv. le 1000. 201

3505 l. 10 s.

Sans comprendre les frais des tonneaux, journées d'ouvriers, &c.

Mais si l'enveloppe de ce globe eût été de bonne qualité, l'état des frais auroit été ainsi:
4400 livres d'acide vitriolique à 10 sols la livre . . . . 2200 liv.
2500 livres recoupes de fer de tôle à 60 livres le mille 150

2350 liv.

L'on donna la préférence à des recoupes de tôle, parce que la limaille de fer a l'inconvénient de dégager l'air par trop fortes bouffées, ce qui fait élever quelquefois l'acide jusque dans le globe; d'un autre côté, l'acide attaquant d'abord la couche supérieure de limaille, y forme une croute de vitriol de mars, qui empêche le reste de la limaille d'entrer en combinaison, & de produire du gaz inflammable. La tôle n'a pas cet inconvénient, & la dissolution s'opère d'une manière beaucoup plus égale.

Il nous a paru nécessaire d'entrer dans tous ces détails, qui ne peuvent que faire plaisir à ceux qui dans la suite se proposeroient de répéter en grand les brillantes expériences des aérostats.

9° *Voyage aérostatique fait à Lyon le 4 juin* 1784, en présence du roi de Suède. L'aérostat auquel on donna le nom de *Gustave*, fut construit en toiles doublées de papier, & élevé par le moyen du feu; les deux aéronautes qui le montèrent étoient M. *Fleurant* & une jeune dame (madame *Tible.*) Sa majesté suédoise ayant pris place dans une galerie qu'on lui avoit destinée aux breteaux, dans un lieu où étoit en perspective une enceinte vaste & décorée avec goût, une assemblée brillante & nombreuse sur des gradins en amphithéâtre, plus loin un peuple immense, & au-delà le Rhône & la ville de Lyon vue dans sa partie orientale, c'est-à-dire, dans son aspect le plus imposant & le plus beau.

Les manœuvres s'exécutèrent successivement selon des signaux convenus; l'aérostat, après son développement, s'avança vers le roi pour lui demander l'ordre & le signal du départ, & s'éleva ensuite majestueusement dans l'air, sans dérivation & sans balancement. Il étoit six heures quarante minute quand l'ordre de lâcher la galerie fut donné. Nous saluâmes avec nos drapeaux, disent les navigateurs, pour ne plus nous occuper ensuite que de l'entretien du feu. Au bout de quatre minutes nous cessâmes d'entendre le bruit des voix; deux minutes après nous ne distinguions plus les hommes, ce qui fut annoncé en jetant un drapeau qui mit à tomber cinq minutes, quoiqu'il pesât 12 livres & demi. Nous arrivâmes au-dessus d'une blanchisserie du faubourg de la Guillotière, poussés par un vent du nord-nord-ouest, & nous fûmes ramenés par le sud-sud-est vers le pont Saint-Clair. Là nous changeâmes une troisième fois de direction par un vent d'est, qui nous fit traverser les deux rivières & la ville, au-delà de laquelle le sud-sud-est nous ayant encore repris, nous continuâmes notre route, en nous élevant à une si grande hauteur, que les maisons de Lyon ne nous paroissoient plus qu'une masse informe. Nous nous défîmes de notre second drapeau, qui fut pendant sept minutes en l'air.

Un froid subit nous saisit en même temps;

fut suivi d'un bourdonnement aux oreilles : le thermomètre étoit à cinq degrés au-dessus de zéro. Comme il ne restoit plus que la huitième partie ou environ des combustibles, nous diminuâmes notre feu, & nous remarquâmes positivement que nous retrouvions à la descente les mêmes courans d'air que nous avions rencontré pendant notre ascension. Une autre observation non moins importante, c'est que lorsque nous passions d'une couche d'air dans une autre, la machine subissoit un mouvement marqué d'ondulation, & ne reprenoit son parfait équilibre qu'après qu'elle étoit totalement entrée dans la couche nouvelle. S'appercevant ensuite qu'ils planoient au-dessus d'un bois dépendant de la paroisse de Saint-Dizier au mont d'or, ils réussirent à l'éviter en augmentant le feu ; car ayant encore prolongé leur navigation aérienne, ils descendirent en revenant au sud vers les sept heures vingt-cinq minutes dans une plaine au milieu d'un champ de bled ayant parcouru en tout horisontalement un espace de plus de deux lieues, malgré le calme de l'atmosphère. La descente s'opéra doucement ; mais à l'instant où l'aérostat communiqua avec la terre, il éclata au pôle avec un bruit assez fort, & les toiles retombèrent. L'ascension fut de 2104 toises, comme il résulte des opérations faites par trois observateurs placés sur des bases convenues.

Des raisons d'économie, pour profiter d'un aërostat fait auparavant, déterminèrent à suivre dans l'exécution les proportions suivantes.

Calotte sphérique dont la flêche	20 pieds	0 pouc.
Cylindre dont la hauteur	18	2
Cône tronqué dont la hauteur	32	0
Diamètre verticale	70	2

Vingt-sept fuseaux, ayant à leur base 7 pieds, donnoient 189 pieds pour la grande circonférence, & conséquemment 60 pieds $\frac{3}{22}$ pour le diamètre horisontal. La petite ouverture du cône étoit par en bas de 16 pieds de diamètre. 27 cordes, dont 13 en formoient 26, parce qu'elles passoient au pôle de la Montgolfière pour en descendre le long des fuseaux diamétralement opposés, étoient cousues à la calotte qui avoit 14 pieds de rayon, & que terminoit une circonférence en sangles arrêtées seulement au point de réunion des fuseaux. A partir delà, les cordes couroient librement dans des gances également espacées jusqu'à la grande base du cône, & tomboient ensuite absolument errantes, pour n'être attachées au cercle de l'orifice qu'après l'entier développement de l'aérostat. Il y avoit de plus 4 cordes en patte d'oie, qui, par conséquent en faisoient 12, fortement cousues à une troisième circonférence de sangles, qui réunissoit le cône au cylindre ; leur fonction étoit, pendant comme après le changement, de contenir la machine, & de s'opposer aux ondulations que le vent pourroit occasionner.

Voici les résultats de quelques calculs relatifs à la construction de cet aërostat.

Surface.	*Pieds.*
De la calotte sphérique . . .	4085
Du cylindre	3433
Du cône tronqué	4581
Total	12099

Solidité.	*Pieds.*
De la calotte	32435
Du cylindre	51505
Du cône	38352
Total	122316

En supposant 1°. que le pied cube d'air pèse 35 deniers, résultat qui varie selon l'état de l'atmosphère ; 2°. que l'air raréfié pèse la moitié moins que l'air ambiant, il est évident, dit M. de Laurencin, que notre Montgolfiere auroit pu porter au moins 55 quintaux, y compris son propre poids ; mais convaincu qu'un feu capable de lui procurer la force ascensionnelle qu'une pareille charge auroit exigé, eût été dangereux à faire, impossible à continuer, on ne passa pas 30 quintaux.

Au lieu de strade, on creusa en terre un trou circulaire où la galerie fut logée. Deux larges fossés de 30 pieds de long, ouverts en face l'un de l'autre, dont la profondeur alloient en diminuant à mesure qu'on s'éloignoit du centre, servirent de ventouses pour amener l'air extérieur. Des pieux inclinés, assujettis par le haut avec des planches, formoient, dans la longeur des fossés, une galerie couverte qui donnant à l'air plus de passage, permettoit à ceux qu'appeloit le service intérieur de l'aërostat, d'entrer & de sortir librement.

Le cercle qu'on avoit cousu à l'orifice étoit diamétralement traversé par des fils de fer, sur lesquels reposoit un réchaud, ou plutôt une poële en tôle, de forme ronde, avec un couvercle à charnière, qu'on ouvroit & qu'on fermoit à volonté. Il avoit deux pieds & demi de hauteur. Son diamètre à la base étoit de 2 pieds ; à la partie supérieure de 3 pieds 4 pouces, & il portoit à 18 pouces en descendant, une grille à mailles assez larges, pour ne pouvoir être obstrué par les débris du feu ; par cette disposition le réchaud étoit absolument intérieur, il présentoit à la flamme un pied & demi d'encaissement, &

il se trouvoit distant de 8 pieds 8 pouces des parois du cône, qui, dans la circonférence correspondante à celle de la bouche du foyer, avoit 20 pieds de diamètre.

Cinq livres de sarment ayant duré deux minutes dans des expériences préliminaires, & produit une gerbe de feu, telle qu'on l'estima suffisante pour l'entretien de l'aérostat au sein de l'air, on pensa que les fagots brûleroient plus vîte dans un réchaud très-ardent; mais la consommation fut beaucoup plus forte, & quatre quintaux de bois ne durèrent que 45 minutes.

Un retranchement fait aux toiles pour avoir 16 pieds de diamètre à l'ouverture, & les deux pieds & demi d'élévation du réchaud dans l'intérieur, réduisirent à 27 pieds la hauteur perpendiculaire du cône. Ainsi on ne compta plus que sur 120 mille pieds cubes de déplacement, qui, à raison de deux livres & demi de légéreté spécifique par cent pieds cubes d'air, dit M. de Laurencin, offroient un bénéfice de trente quintaux.

L'aérostat pesoit avec ses cordes & sangles environ	1200 liv.
La galerie	280
Le réchaud	65
Le cercle, ustensiles, &c.	122
Total	1667 liv.

On y joignit quatre quintaux de combustibles, & seulement deux voyageurs. Le détail de cette expérience est tiré d'une *Lettre* imprimée *de M. de Laurencin, de l'Académie de Lyon, à M. Joseph de Montgolfier.* C'est sous sa direction que cet aérostat fut construit & élevé.

10°. *Autre aérostat de Versailles.* Le roi de Suède (sous le nom de comte de Haga) étant venu à Paris, Louis XVI résolut de lui donner le spectacle d'un aérostat le 23 juin 1784. Au premier signal, donné par une boîte, une tente de 90 pieds, qui abritoit tout l'appareil, disparut en un clin d'œil; les 144 cordages qui devoient retenir la Montgolfiere, furent à l'instant étendus, les magasins chargés de combustibles, les soldats sous les armes, en un mot près de 416 ouvriers se trouvèrent aux postes désignés; & au bout de 10 minutes une seconde boîte annonça qu'on mettoit le feu sous la Montgolfière. A 4 heures 25 minutes le ballon aérostatique, sur lequel étoient montés M. Pilatre du Rozier & M. Proust, fut entièrement développé, s'éleva d'abord très-lentement de la cour des ministres à Versailles, & décrivit une diagonale, en offrant un spectacle tout à la fois agréable & majestueux. Comme un vaisseau qui s'est précipité du chantier dans les eaux, cette étonnante machine se balançoit superbement dans l'air qni sembloit l'arracher de la main des hommes, dit M. Pilatre de Rozier, dans la lettre où il décrit cette expérience. Ses mouvemens irréguliers intimidèrent un instant une partie des spectateurs, qui, craignant qu'une chûte prochaine ne mît leur vie en danger, s'éloignèrent à grands pas. Puis l'aérostat s'éleva & fut distingué de la capitale & des environs. « Arrivés dans les nuages, la terre disparut entièrement à nos yeux; un brouillard très-épais sembloit nous envelopper, puis un espace plus clair nous rendoit la lumière; de nouveaux nuages, ou plutôt des amas de neige, s'amonceloient rapidement sous nos pieds; nous en étions environnés de toutes parts; une partie tomboit perpendiculairement sur les bords extérieurs de notre galerie, qui en retenoient en assez grande quantité; une autre se fondoit en pluie sur Versailles & sur Paris. Le baromètre avoit descendu de 9 pouces, & le thermomètre de 16 degrés. Curieux de connoître la plus grande élévation à laquelle notre machine pouvoit atteindre, nous résolûmes de porter au plus haut degré la violence des flammes, en soulevant notre brasier & soutenant nos fagots sur la pointe de nos fourches. Parvenus aux plus hautes des ces montagnes glacées, & ne pouvant plus rien entreprendre, nous errâmes quelques temps sur ce théâtre plus que sauvage; théâtre que des hommes voyoient pour la première fois. Isolés & séparés de la nature entière, nous n'appercevions plus sous nos pas que ces énormes masses de neiges, qui, réfléchissant la lumière du soleil, éclairoient alors l'espace que nous occupions. Nous restâmes 8 minutes sur ces monts escarpés à 11732 pieds de la terre, dans une température de 5 degrés au-dessous de la glace, ne pouvant plus juger de la vîtesse de notre marche, puisque nous avions perdu tout objet de comparaison. Cette situation, agréable sans doute pour un peintre habile, promettoit peu de connoissances à acquérir au physicien; ce qui nous détermina, dix-huit minutes après notre départ, à redescendre au-dessous des nuages pour retrouver la terre. A peine étions nous sortis de cette espèce d'abîme, que la scène la plus riante succéda à la plus ennuyeuse: nous vîmes tout à coup le spectacle le plus admirable; les campagnes nous parurent dans leur plus grande magnificence..... Nous passâmes, dans une minute, de l'hiver au printemps. Nous vîmes un terrain immense couvert de villes & de villages, qui, en se confondant, ne ressembloient plus qu'à de beaux châteaux isolés & entourés de jardins, &c. .....

« Les vents, quoique très-considérables, emportoient notre bâtiment sans nous faire éprouver le plus léger roulis: nous n'apercevions notre marche que par la vîtesse avec laquelle les villages fuyoient sous nos pieds; en sorte qu'il sembloit, à la tranquillité avec laquelle nous vo-

guions; que nous étions entraînés par le mouvement diurne. Plusieurs fois nous cherchâmes à nous approcher de la terre, jusqu'à distinguer les acclamations qu'on nous adressoit, & auxquelles il nous eût été facile de répondre à l'aide d'un porte-voix, &c. ».

Poursuivant ensuite leur route, les aéronautes découvrirent cette forêt immense qui conduit à Compiegne; mais connoissant peu la topographie de ce canton, ils se déterminèrent à mettre pied à terre dans un carrefour de la forêt de Chantilly, à 5 heures 32 minutes, distant de 13 lieues de Versailles. Les vessies qui faisoient ressort sous la galerie de l'aérostat, rendirent la descente très-douce. Mais une partie de cette machine fut brûlée. Bientôt après ils se rendirent au château de Chantilly, où le prince de Condé les accueillit avec empressement.

Afin d'éviter que dans la descente d'un aérostat à air raréfié par la chaleur, les toiles ne soient brûlées par le réchaud ou fourneau qui contient les matières combustible en feu, on a proposé plusieurs moyens, mais le meilleur est de détacher ce fourneau quelques instans avant de toucher terre : alors comme l'aérostat, quoique séparé du fourneau, continue encore à s'avancer horisontalement, il en résulte que la machine aérostatique tombant sur terre, se trouve fort éloignée du fourneau, & qu'elle ne peut point être consumée. Les aéronautes n'ont rien à craindre, parce que l'air raréfié par la chaleur, la conserve encore quelques instans après que le fourneau a été détaché. Ce moyen est préférable à celui d'un éteignoir ou étouffoir qui a été proposé; à celui d'injecter une grande quantité d'eau chargée d'alun, &c. &c.

11°. *Voyage aérien fait à Rhodès* sur une Montgolfiere le 6 août 1784. A 8 heures 17 minutes du matin, tous les préparatifs étant faits, au signal d'une boîte, on allume le feu, & bientôt on vit l'aérostat à air raréfié sur lequel étoient montés M. l'abbé Carnus, professeur de philosophie à Rhodès, & M. Louchet; on le vit se soulever, s'arrondir, & se débarrasser avec la plus grande facilité du crochet qui le tenoit suspendu. L'air étoit calme, le ciel sans nuage, le soleil très-ardent. A 8 heures 28 minutes on lâcha les cordes. Une botte de paille imbibée d'esprit-de-vin accéléra la vîtesse de l'ascension. L'élévation étoit, à 8 heures 32 minutes, au moins de 1000 toises au-dessus du niveau de la mer. Une flamme très-vive & très claire, de 18 à 20 pieds de hauteur, les fit monter encore de plus de 400 toises. Le calme durant ensuite quelque temps, ils ne parcoururent qu'une distance horizontale de deux mille toises. Un léger vent s'étant après élevé, ils parcoururent plus de 3000 toises.

A 8 heures 58 minutes, n'ayant plus de combustibles, si on en excepte deux bottes de paille du poids de 4 livres chacune, destinées à rendre la descente plus douce, ces deux aéronautes résolurent de terminer leur voyage. N'étant plus qu'à 100 toises de terre, les deux bottes de paille jetées dans le réchaud produisirent l'effet qu'on en attendoit; mais en rallentissant la descente, elles prolongèrent la marche. Au moment où pour éviter le danger du feu, ils détachèrent le réchaud à quelque distance de terre; le vent, dont la force diminuoit peu à peu, porta doucement l'aérostat sur la cîme d'un petit chêne isolé, l'un des navigateurs descendit. Aussi la Montgolfiere se dégage d'elle-même, & se relève rapidement dans l'air, & remonte à une hauteur de 14 à 1500 pieds. Cet aérostat, après avoir parcouru un espace d'environ 600 toises, sans éprouver d'inclinaison sensible, descendit lentement à 9 heures 3 minutes au delà du village d'Inières, dans une belle prairie dépendante du domaine de Camels, appartenant à la chartreuse de Rhodès, & à une distance de plus de 7020 toises du lieu du départ. Quand il eut touché terre, il se releva de deux ou trois pieds, & redescendit aussi-tôt. M. Louchet s'élança hors de la galerie, & saisissant en même temps une des cordes, il eut beaucoup de peine à retenir la machine qui faisoit de nouveaux efforts pour s'échapper. Il se trouva seul pendant quelques minutes; enfin parurent quelques paysans qui n'osoient approcher quoiqu'on les appelât. L'aéronaute « étoit à leurs yeux un vrai magicien, qu'un monstre énorme, soumis & docile à sa voix, portoit à travers les airs. Il leur fallut du temps pour se résoudre à manier les cordes pendantes au globe, ils sembloient craindre que s'ils y touchoient, le monstre ne les dévorât ».

La machine étoit alors dans le même état qu'avant le départ : on voulut la laisser se vider d'elle-même, mais comme 36 minutes après elle n'étoit encore affaissée que d'un tiers, comme d'ailleurs le vent la fatiguoit, & que les navigateurs étoient exposés à un soleil très-chaud, on la désenfla à force de bras. On voit que l'idée de détacher le réchaud, quelques instans avant de descendre est heureuse, & qu'elle prévient avec certitude tout danger de voir les toiles incendiées.

Cet aérostat, de forme sphérique, avoit 53 ½ pieds de diamètre, 8980 pieds quarrés de surface, & 80,000 pieds cubes de capacité. Il n'étoit composé que de huit fuseaux, tellement échancrés vers la partie inférieure, qu'ils laissoient une ouverture de 50 pieds de circonférence. Une corde d'une grosseur suffisante faisoit le tour de cette ouverture, & lui donnoit de la solidité. Huit cordes

principales, partant du dôme de la machine, parcouroit dans des espèces de gaînes toute la la longueur des fuseaux qu'elles fortifioient. Ces huit cordes étoient solidement fixées d'abord à la corde de la circonférence d'en bas, ensuite à l'équateur du globe (où elles avoient un anneau extérieur auquel étoient attachés des cordes pendantes); enfin près du pôle supérieur au-dessus duquel elles se réunissoient extérieurement. Si on ajoute trois bandes de toiles horisontales, de quatre pouces de large, placées l'une au milieu, & les deux autres vers le dôme, pour renforcer le tout, on aura une idée du corps de cette Montgolfiere, fait d'une toile grise du pays, fort légére, & assez bonne, doublée intérieurement d'un papier d'impression collé avec soin. La manche étoit un cône tronqué renversé de 6 pieds & demi de haut; sa circonférence inférieure de 44 pieds, & la supérieure de 50, ainsi que celle de l'ouverture du globe à laquelle elle étoit cousue; l'extérieur étoit doublé en papier.

Pour concevoir la construction de la galerie, il suffit d'y imaginer un fort cerceau de même grandeur que la circonférence inférieure de la manche, auquel étoient adaptés en dehors deux loges, à peu près quarrées, de 3 pieds 3 pouces de côté, garnies dans tout leur contour d'une balustrade de 3 pieds de haut, & solidement planchéiées avec un bois léger. C'est là que se placèrent les voyageurs. A droite & à gauche de chaque loge étoient deux espèces de niche avec une balustrade, pour y mettre les combustibles, les fagots d'un côté, la paille de l'autre. Le réchaud étoit de fil de fer à très-grandes mailles. La galerie, dont on vient de parler, étoit soutenue par 30 cordages fixés à la corde de l'ouverture ou aux cordes principales, & susceptibles, au moyen de fortes courroies de cuir, d'être, dans un instant, raccourcis ou allongés à volonté. Le bas de la manche étant attaché au grand cerceau de la galerie, les voyageurs & leurs provisions étoit tout à fait hors de la machine; ils ne pouvoient même alimenter le réchaud que par deux fenêtres de 2 pieds en quarré, pratiquées un peu sur la droite au-dessus des balustrades des loges, & ouvertes ou fermées à volonté ».

L'expérience a prouvé qu'il étoit presque nécessaire d'attacher la galerie avant de commencer le feu; car sans cette précaution, on s'expose à endommager le globe, & à manquer l'expérience, parce que les efforts qu'on fait pour retenir le globe pendant l'opération, peuvent occasionner des déchirures.

Cette Montgolfiere ne pesoit, tout compris, qu'environ 1300 liv. poids de marc. En voici le détail.

Enveloppe ou cordes	700 liv.
Galerie	84
Voyageurs	279
Réchaud	28
Paille	80
Bois sec	80
Huile de noix	6
Esprit-de-vin	5
Pavillon de satin	4
Instrumens divers, éponges, eau, &c.	25
Total	1291 liv.

Le bois avoit passé une nuit entière dans un four très-chaud; il ne pouvoit être plus sec; on en avoit fait dix fagots de 8 livres chacun. La paille étoit aussi distribuée en bottes de 4 ou 5 livres. En l'air on dépensoit près de 6 livres de combustibles par minute.

Toutes les dépenses de cet aérostat, en toile, papier, colle, cordages, galerie, réchaud, combustibles, &c., &c., ne se montèrent qu'à une somme d'environ 1800 livres, & même selon les physiciens qui l'on construit, en évitant avec soin tous les frais inutiles, & sur-tout les accidens qui occasionnèrent plusieurs fois des réparations, on auroit économisé au moins 25 pistoles. On doit ajouter qu'un grand nombre d'amateurs y travaillèrent avec empressement. *Lettre de M. l'abbé Carnus, contenant la relation du voyage aérien, &c.*; à Rhodès, chez Devic, imprimeur.

Seconde expérience ou *Voyage aérostatique aux Tuileries.* Vers le commencement du mois de mars 1784, MM. Robert furent chargés de construire un aérostat pour M. le duc de Chartres. Ils se décidèrent de former une sphère, de la partager par le milieu, & d'ajouter entre les deux hémisphères un cylindre qui avoit pour longueur les deux tiers du diamètre de la sphère. « Cette forme nous offrit d'abord, disent-ils dans leur *Mémoire sur les expériences aérostatiques*, l'avantage d'augmenter la solidité du double, & de diminuer la surface d'un quart. Il s'agissoit d'appendre à cet aérostat une gondole de la longueur du cylindre pour avoir la liberté d'atteindre & d'agir à tous les points de la machine. On nous objecta bientôt qu'en nous portant à l'une des extrémités de cette gondole, nous la ferions incliner d'une manière dangereuse, nous donnâmes sur le champ l'expérience du contraire ». Nous démontrâmes qu'en portant un tiers du lest à l'une des extrémités de la petite gondole d'un modèle fait en petit dans les proportions de pouces pour pieds, ce modèle d'aérostat n'éprouvoit aucune inclinaison; les deux tiers ne le firent que très-peu incliner, &c.

Ces habiles mécaniciens, en considérant toutes les machines propres à la navigation, remarquèrent qu'elles avoient toutes été construites dans une forme oblongue, & que jamais on n'avoit tenté de construire des machines hémisphériques pour les diriger. L'un deux éprouva même dans la première expérience des Tuileries, qu'en se portant en avant d'environ un pied dans le char, on changeoit le centre de gravité de la machine sphérique, & qu'en agitant les pavillons on lui faisoit éprouver des oscillations très-considérables. C'est pourquoi ils donnèrent à l'aérostat, qu'ils construisirent dans le parc de Saint-Cloud, une forme allongée; il eut 52 pieds de long, & sa capacité fut de 30,000 pieds cubes. On se servit de rames de taffetas pour tenter des moyens de direction; de premiers essais firent espérer du succès; mais quelques accidens survenus ensuite leur furent nuisibles.

On choisit, pour faire une nouvelle expérience aux Tuileries, le 19 septembre de cette année 1784. La gondole chargée de 450 livres de lest, les navigateurs étoient en équilibre à terre, on y laissa 24 livres, & ils s'élevèrent lentement. Comme la force du vent sud-quart-sud-est l'emportoit beaucoup sur la force ascensionnelle de l'aérostat, ils prirent le parti de jeter 8 livres de lest pour éviter de toucher aux arbres. Ayant alors acquis un excès de légéreté de 32 liv., ils montèrent à 1300 pieds. Elevés à cette hauteur, ils apperçurent sur l'horison, vers le sud, des nuages épais & noirs qui leur firent juger un orage prochain; ils cessèrent alors toutes manœuvres, afin de monter & descendre pour chercher des courans plus rapides qui leur fissent gagner de vîtesse pour éviter l'orage; les courans d'air étoient absolument uniformes, ainsi qu'ils l'éprouvèrent depuis 100 jusqu'à 700 toises. Avec les deux rames qui leur restoient (car les autres avoient été brisées par un effet de la curiosité populaire) ils essayèrent de gagner de vîtesse. Bientôt ils apperçurent l'Isle-Adam, peu de temps après le château Persan. Ils s'abaissèrent à 200 toises pour répondre aux acclamations d'un grand nombre de personnes. Ils eurent alors occasion de remarquer que des explosions de coups de canon qu'on tira pour les saluer, ne faisoit éprouver aucune oscillation aux machines aérostatiques.

En continuant leur route, ils remontèrent à 600 toises, & à une heure 50 minutes, ils entendirent un petit coup de canon très-sourd, qu'ils jugèrent pouvoir être celui des Tuileries, au moment de leur disparition aux lunettes des observateurs. « Nous parcourions, par la vîtesse du vent, 24 pieds par seconde, & la manœuvre de nos rames nous favorisoit près d'un tiers. Arrivés dans les environs de Beauvais, au-dessus d'une immense plaine, nous entendîmes un petit coup de tonnerre à 3 heures 35 minutes, nous ne doutâmes point que l'orage ne passât sur Paris. A 3 heures 45 minutes 15 secondes nous entendîmes un second coup de tonnerre beaucoup plus fort, le thermomètre étoit alors à 20 degrés au-dessus de zéro, il descendit subitement à 13 degrés. L'hygromètre marquant 80 degrés, nous ressentîmes un froid qui nous obligea de remettre nos habits; nous descendions avec une rapidité occasionné par une condensation subite sur une portion de forêts; étonnés de nous voir si près des arbres en si peu de temps, nous jugeâmes bien que ce prompt changement de température étoit causé par l'orage; & comme nous n'étions pas à plus de 200 pieds des arbres, nous sentîmes la nécessité de sacrifier 40 livres de lest. Cette grande quantité avoit été jetée d'autant plus heureusement, que nous ne montâmes avec un mouvement uniforme que de 100 pieds par 64 secondes, ce qui nous fit sentir que le froid & la condensation agissoient toujours sur notre machine, puisque cette grande quantité de lest que nous avions jeté pour remonter le plus promptement possible auroit dû nous faire monter par un mouvement accéléré ».

A 900 toises d'élévation ils profiterent de cette ascension pour introduire un thermomètre dans l'appendice régulateur, & l'air inflammable qui en sortoit abondamment par la dilatation, fit monter ce thermomètre à 33 degré au-dessus de zéro, & donna occasion de connoître que la chaleur intérieure de l'aérostat avoit 19 degrés de plus que la chaleur de l'extérieur. Le baromètre étoit alors à 22 pouces 6 lignes, le thermomètre à 14 degrés, & l'hygromètre à 10 degrés de sécheresse. Dans cette région la machine ne parcouroit pas d'elle-même 10 pieds par 5 minutes. A 4 heures & demi ils apperçurent au-dessous d'eux des nuages qui passoient avec rapidité du sud au nord; alors ils descendirent à la hauteur de ces nuages pour suivre leur courant pendant 40 minutes, en gagnant de vîtesse avec leurs rames, & en s'efforçant de dériver; mais ils ne purent obtenir que 22 degrés de déclinaison sur l'est. Ils continuèrent leur route à 350 toises pendant à peu près une heure & quart; ils voulurent essayer si les vents de terre étoient plus forts, & ils ne furent pas plutôt descendus à 50 toises, qu'ils rencontrèrent un courant excessivement rapide. A quelque distance d'Arras ils apperçurent un bois assez considérable qu'ils traversèrent, & en 20 minutes ils furent portés d'Arras dans la plaine de Beuvry, distant d'un quart de lieue de Bethune en Artois. Ils s'arrêtèrent ensuite au château du prince de Ghistelles-Richebourg, après avoir fait environ 50 lieues en 5 heures.

De cette dernière expérience il résulte, selon eux, que bien loin d'avoir été contre le vent,

ils n'obtinrent avec deux rames que 22 degrés de déclinaison. « Il est cependant sûr que si nous avions eu la jouissance de nos quatre rames, nous en aurions pu obtenir environ 40 ; & comme notre machine auroit été assez considérable pour porter sept personnes, il auroit donc été facile de monter cinq, de faire agir 8 rames, & d'obtenir à peu près 80 degrés. Nous observons que si nous avons dérivé de 22 degrés, c'est parce que le vent ne nous faisoit faire que 8 lieues par heure ; & il est naturel de juger que si la vîtesse du vent eût été double, nous n'aurions décliné que de la moitié. Par la raison inverse, si le vent eût eu le double moins de vîtesse, notre déclinaison eût été plus grande en raison proportionnelle . . . . . . Quoique nos machines aérostatiques aient paru très-grandes, elles ne sont cependant pas la moitié de ce qu'elles devroient être relativement à l'avantage qu'il en résulteroit. Par exemple, une machine double de la nôtre, qui auroit par conséquent 86 pieds de long sur 52 de petit diamètre, n'offriroit que le quadruple de surface résistante ; & au lieu de sept personnes que pouvoit porter notre machine, elle en porteroit 56 ; or on peut juger quel seroit leur force employée ».

Euler a trouvé qu'un grand globe de 100 pieds devoit s'élever avec une vîtesse de 41 pieds par seconde.

13°. *Aérostat de Dijon.* Les préparatifs pour un voyage aérostatique ayant été faits à Dijon depuis quelques temps, ainsi que différentes expériences intéressantes relatives à cet art, par M. de Morveau & plusieurs autres académiciens de cette ville, le 25 avril 1784 fut choisi pour celui du départ. Le vent étant devenu si fort & tourbillonnant, presque à l'instant où MM. de Morveau & l'abbé Bertrand montèrent dans le char, qu'ils furent obligés de jeter une grande partie du lest, pour vaincre la résistance que ce vent leur opposoit, & pour obtenir une force d'ascension suffisante. A peine ces aéronautes eurent-ils dépassé la hauteur des toits de l'église près de laquelle ils s'étoient élevés, que leur ascension devint si rapide, qu'ils ne virent plus le clocher qu'en plongeant, & fort au-dessous d'eux.

La forme de leur ballon ne leur annonçant alors qu'une très-forte dilatation occasionnée à la fois par la chaleur du soleil & la diminution de densité de l'air environnant, ils firent jouer les deux soupapes ; mais elles ne suffirent pas à écouler le fluide, & le ballon s'ouvrit de la longueur de 7 à 8 pouces dans la partie inférieure, tout près de l'appendice : ils se trouvèrent ensuite dans un calme au point de se regarder comme stationnaires ; mais peu après, ils s'apperçurent bientôt qu'ils étoient déjà loin de la ville.

Ils étoient partis à 4 heures 58 minutes, & le baromètre, lorsqu'ils quittèrent terre, étoit à 27 pouces 6 lignes, & le thermomètre à 11 degrés au-dessus de zéro ; le vent à l'ouest. Mais à cinq heures cinq minutes ils passèrent sur un village, qu'ils ne connurent pas, où ils laissèrent tomber un billet attahé à une pelotte remplie de son, portant banderole, lequel annonçoit qu'ils se trouvoient très-bien, que le baromètre étoit à 20 pouces 9 lignes, le thermomètre à 1 degré $\frac{1}{2}$ au-dessous de zéro ; l'hygromètre à 24 degrés $\frac{1}{2}$ de l'échelle de l'abbé Copineau. Ces navigateurs laissèrent tomber deux autres billets, mais écrits au crayon, le froid ne leur permettant plus de tenir la plume : à 5 heures 11 minutes il étoit à 3 degrés au-dessous de zéro, c'est-à-dire, qu'il étoit descendu de 14 degrés $\frac{1}{2}$ depuis le départ. Cette augmentation de froid est une preuve qu'ils s'étoient beaucoup élevés depuis la dernière observation du baromètre ; en effet, ils le virent à 18 pouces 10 lignes. En comptant avec MM. Cassini & Maraldi dix toises pour chaque ligne d'abaissement au bord de la mer, avec la progression d'un pied par ligne, on trouve que cet aérostat s'est élevé à 2106 toises au-dessus du niveau de la mer ; & suivant la règle de M. de Luc, cet abaissement du mercure indique seulement une élévation de 1644 toises, dont il faut en retrancher neuf pour la correction de l'effet de la chaleur.

On observa à une montre à secondes la chute d'un des billets dont on vient de parler ; il fut sans doute soutenu par le ruban flottant ; car quoi qu'il tombât assez perpendiculairement, 57 secondes s'écoulèrent avant qu'il touchât terre. Il est possible que les aéronautes l'aient perdu de vue avant qu'il ait réellement touché terre ; mais cela devient assez indifférent, puisqu'il n'est pas question d'appliquer ici la règle de la chute des graves, qui donneroit déjà 48,735 pieds pour les 57 secondes.

Le froid vif leur saisit les oreilles, & c'est la seule incommodité qu'ils éprouvèrent, effet qui est arrivé à d'autres voyageurs aériens. Ils virent une mer de nuages qui couloient au-dessous d'eux ; le soleil commençant à baisser, ils eurent le spectacle d'un superbe parélie ; c'est à six heures que le soleil n'étant qu'à la hauteur de dix degrés au-dessus de l'horison, un second soleil vint se placer tout à coup à 6 degrés à peu près du premier ; il étoit composé de plusieurs cercles concentriques, disposés sur un fond d'une blancheur éblouissante, & les circonférences de ces cercles étoient nuancées de plusieurs couleurs foibles comme un arc-en-ciel qui s'efface.

S'appercevant dans ce temps-là que la partie inférieure du ballon s'applatissoit, & qu'il étoit à propos de choisir le lieu de descente, ils jugèrent par la boussole qu'ils n'étoient pas loin de la ville d'Auxonne. Alors ils prirent la résolution de faire usage de

usage de toutes leurs manœuvres pour diriger vers ce point, quoiqu'elles eussent été fort endommagées par le coup de vent qu'ils avoient éprouvé à leur départ; le gouvernail étoit déboité; une des rames avoit été cassée à l'axe de son manche, & s'étoit détachée au premier moment où ils en voulurent faire usage pour s'éloigner de Dijon; la rame de l'équateur, du même côté, s'étoit engagée dans une des quatre grandes cordes filées lors du départ, & qu'ils n'avoient pu ramener à eux pour les couper; il ne leur resta donc que les deux autres rames, qui, se trouvant du même côté, leur furent absolument inutiles pendant la plus grande partie de leur marche, dans le calme, & même lorsqu'ils étoient portés en tournant, sans courant sensible; mais étant tombés dans un courant qui les jetoit sur l'est, ils firent jouer ces rames pendant 8 à 9 minutes, & elles les firent tellement virer au sud-est, point de leur destination, qu'ils sentirent alors la nécessité de ménager cette force pour dériver quand il en seroit temps, sur-tout n'ayant rien pour les rappeler à l'est. Ils descendirent quelque temps après, & signèrent un procès verbal à la cure d'Athé, village voisin de Magny, le même jour : ils touchèrent terre à 6 heures 25 minutes.

14°. Le 12 juin 1784, M. de Morveau & le président de Virly entreprirent un *nouveau voyage*, dont l'objet principal étoit l'essai des moyens de direction. La veille on avoit commencé vers les 7 heures du soir à charger les appareils; l'aérostat fut rempli à 4 heures du matin, du 12, & le canon annonça que l'on étoit occupé à appareiller. Les deux aéronautes montèrent à 7 heures dans la machine; & dès qu'on eût lâché les cordes, ils s'élevèrent presque perpendiculairement à 7 heures 7 minutes; le baromètre étoit à 27 pouces 8 lignes, le thermomètre à 15 degrés un quart, l'hygromètre de M. de Saussure à 83 degrés & demi, c'est-à-dire, 33 degrés & demi d'humidité, en les comptant du terme moyen; le vent, assez foible, souffloit nord-nord-ouest, & même approchant du nord-quart-nord-ouest; ils étoient chargés de 100 livres de lest, de 25 livres de provision, sans compter les instrumens.

L'abaissement du mercure dans le baromètre étoit à peine sensible, que la dilatation fut déjà considérable; ils virent le ballon très-arrondi, & une légère vapeur autour de l'appendice annonça bientôt que le gaz commençoit à s'échapper par la soupape d'assurance placée à son extrémité; on l'aida à s'ouvrir en tirant la ficelle qui descendoit jusqu'à la gondole; le fluide en sortit avec tant de rapidité, que les voyageurs firent jouer la soupape supérieure; le gaz en sortit avec un sifflement qu'ils prirent d'abord pour le bruit d'une chute d'eau. C'est ainsi qu'ils en usèrent constamment, aidant d'abord la soupape du bas pour juger de la nécessité d'ouvrir celle du dessus, & cela afin de ménager la force d'ascension, & d'éviter que le ballon ne crevât; la dilatation par la chaleur du soleil étoit si forte, que la continuité de l'écoulement du gaz par la soupape supérieure (qu'on ouvroit très souvent à de petits intervalles), sembloit une fumée épaisse, & faisoit juger que le ballon s'étoit ouvert en cette partie.

Ces navigateurs purent tracer sur une carte la ligne qu'ils avoient suivie, en marquant les villages, les bois, les chemins sur lesquels ils avoient passé, qu'il leur étoit facile de reconnoître, n'étant pas fort élevés, qu'ils se firent même nommer quelquefois par les habitans, & qu'ils ont encore distingués avec soin les espaces dans lesquels ils avoient manœuvré, & ceux où ils avoient été gouvernés par le vent. On peut voir sur leur carte, & dans leur procès verbal, le détail de l'effet de leurs manœuvres relativement à la direction.

A neuf heures précises le baromètre descendit à 23 pouces & une demi-ligne, ce qui donne une élévation d'environ 942 toises; l'hygromètre à Cheveu marqua 65 degrés & demi, & le thermomètre à 17 degrés au-dessus de zéro. On peut remarquer que dans toute la traversée des voyageurs, le thermomètre ne fut jamais au-dessous de 15 degrés & demi. M. de Virly profita de cette ascension pour présenter de l'amadou à une lentille de 18 lignes de diamètre, & de 6 lignes de foyer : il s'alluma sur le champ.

« Un fait assez important, & qui pourra étonner même les physiciens, c'est qu'après avoir donné tant de fois issue au gaz dilaté, au point de descendre jusqu'à terre si nous n'eussions jeté du lest, le ballon se soit ensuite retrouvé assez plein pour courir risque d'éclater; c'est néanmoins ce que nous avons éprouvé, & qui nous a obligé de veiller sans relâche au progrès de la dilatation, & d'ouvrir, de moment en moment, la soupape supérieure. Nous savions que les enveloppes de taffetas verni étoient susceptibles de prendre une chaleur considérable, & que la dilatation devoit croître en proportion; nous avions encore observé le 3 juin, que notre ballon, rempli aux trois quarts d'air commun, & laissé la nuit à l'air, après qu'on eût mesuré, aussi exactement qu'il étoit possible, sa hauteur & la base sur laquelle il reposoit, s'étoit trouvé le lendemain, à huit heures du matin, plus élevé de quatre pouces & demi : ce qui annonçoit une augmentation de volume d'à peu près cent quatre-vingt-quatre pieds cubes. Mais ici le soleil ne nous avoit pas quitté un seul instant, & nous ne pouvions attribuer la condensation qui nous avoit fait descendre, qu'à la dispersion des vapeurs dont nous avons parlé plus haut, qui, en effet, avoient disparu subitement, & qui, s'élevant jusqu'à nous, avoient sans doute refroidi l'atmosphère,

ſans y laiſſer appercevoir aucune trace ſenſible. Ces alternatives preſque ſubites de condenſation & de raréfaction, nous paroiſſent mériter la plus grande attention. M. Champy, notre confrère, avoit placé dans la gondole, au moment de notre départ, un inſtrument deſtiné à nous en avertir; c'eſt un ſyphon à trois branches, dont la première, preſque capillaire, communique, par le moyen d'un robinet, à une veſſie pleine d'air; la ſeconde, bien plus groſſe, contient une liqueur colorée, qui s'élève & s'abaiſſe à meſure que l'air de la veſſie eſt raréfié ou condenſé, & la planche ſur laquelle elle eſt fixée, porte des diviſions en lignes & pouces cubes, ou parties aliquotes de la capacité connue de la veſſie. Cet inſtrument très-ſenſible peut devenir très-avantageux; mais nous croyons que, pour ſuivre exactement les variations du ballon, il faut le placer de manière qu'il ſoit dans la même poſition par rapport à l'impreſſion des rayons du ſoleil, & ſur-tout que l'air ſoit de même nature & renfermé dans la même matière ». Il fut impoſſible aux navigateurs de manœuvrer pendant tout le temps que dura cette nouvelle dilatation.

Arrivés ſur les carrières de Dromont, on laiſſa tomber un billet attaché à une pelotte, qui pouvoit peſer deux onces, portant banderole; il étoit 9 heures 17 minutes, le baromètre à 23 pouces 5 lignes, & le thermomètre à 18 degrés; la chute de la pelote juſqu'à terre, où on la revit après qu'elle fut arrêtée, fut de 37 ſecondes; à 9 heures 45 minutes ils deſcendirent près du village d'Etevaux: ils étoient alors tellement en équilibre, que le moindre ſouffle les auroit fait courir à terre comme s'ils euſſent gliſſé. Pour ſe fixer, on pria un des habitans qui étoient accourus, & qui avoit en bandoulière une groſſe chaîne de fer, de la prêter pour charger quelques inſtans la gondole; d'autres donnèrent leurs ſabots, & on commença à gagner aſſez de poids pour reſter immobile; une perſonne prit le cordeau de l'ancre, & on remorqua la machine qui reſtoit élevée à quelques pieds de terre. A peine eurent ils mis pied à terre, qu'ils eurent la ſatiſfaction de voir arriver ſucceſſivement pluſieurs de leurs amis de Dijon qui les avoient ſuivi à cheval à travers les champs & les bois, & qui furent bien étonnés d'apprendre qu'ils n'étoient qu'à quatre lieues & demie de Dijon, en ayant fait neuf ou dix: la machine revint enſuite à la remorque dans cette ville. Voyez le procès verbal de ces expériences contenu dans l'ouvrage intitulé: *Deſcription de l'aéroſtat de l'académie de Dijon.*

L'aéroſtat de Dijon avoit un diamètre de 27 pieds ſur la ligne verticale, & de 27 pieds 4 pouces de diamètre pris horiſontalement. Ainſi le grand cercle moyen de ce ſphéroïde

étoit de 85,347 *pieds carrés.*
ſa ſurface de. 2,318,593
& ſa capacité de 10,498,074 *pieds cubes.*

On employa du meilleur taffetas, qu'on nomme gros de Florence ou taffetas d'Italie à trois bouts; on le couvrit d'un vernis, dont on a donné la compoſition dans cet article aéroſtat, paragraphe de la conſtruction de ces machines.

15°. *De l'aéroſtat de Boulogne.* Comme un françois avoit déjà fait, par la route des airs, un voyage d'Angleterre en France, M. Pilatre de Rozier voulut en faire un ſecond de Boulogne à Londres avec un aéroſtat. Mais après s'être élevé à une aſſez grande hauteur avec M. Romain, on les vit bientôt tomber, & faire ainſi naufrage preſque ſans être ſorti du port. Cet événement terrible & malheureux jeta la conſternation dans tous les eſprits, & ceux qui n'étoient pas phyſiciens l'attribuèrent aux principes aéroſtatiques, qu'ils ne regardoient pas comme ſûrs, plutôt qu'à une fauſſe combinaiſon de moyens peu faits pour être aſſociés. Arrêtons-nous un inſtant ſur cet objet.

Quelle eſt la cauſe qui a fait périr, non comme Icare dans les flots de la mer, mais ſur la terre où la gloire l'attendoit, Pilatre de Rozier, cet aéronaute, qui le premier avoit oſé, ſoutenu par les aîles puiſſantes des Montgolfier, ſe frayer une route dans les plaines de l'air? Après trois voyages faits avec le plus grand ſuccès, il périt victime de ſon zèle & digne d'un meilleur ſort. Ce funeſte événement ne doit point être attribué à l'art aéroſtatique, dont les moyens ſont ſûrs par eux-mêmes, ainſi que l'atteſtent plus de ſoixante voyages aériens exécutés ſans accident.

M. Pilatre de Rozier, ce premier martyr de la ſcience aéroſtatique, avoit imaginé de réunir dans une ſeule expérience les deux moyens employés juſqu'alors ſéparément pour naviguer dans les airs. Il ſuſpendit donc à un aéroſtat à gaz inflammable une montgolfière ou aéroſtat à air raréfié: la gondole qui le portoit avec M. Romain, ou plutôt la galerie dans laquelle ils étoient, avoit été fixé en bas à l'ordinaire.

Quelle pouvoit avoir été l'idée de cet aéronaute, en combinant ainſi deux aéroſtats d'eſpèce différente? Il eſt aſſez difficile de le ſavoir avec certitude, parce qu'il avoit fait une eſpèce de myſtère de ſes motifs, & de la conſtruction particulière qu'il avoit employée. Je préſume qu'il avoit voulu, en faiſant du feu dans la montgolfière, en l'augmentant plus ou moins, ou en le diminuant dans différentes proportions, s'élever à une hauteur plus conſidérable par l'addition d'une nouvelle force aſcenſionnelle, ou s'abaiſſer à volonté; de cette manière, il n'étoit pas obligé de jeter du leſt pour s'élever, ni de laiſſer échapper du gaz inflammable pour deſcendre: car ces deux moyens, qui ſont d'un uſage facile, ſont très-vicieux en eux mêmes, comme on s'en apercevroit bientôt dans un voyage qui ne ſeroit pas très-court, ainſi que l'ont été

ceux qu'on a faits jusqu'à présent; peut-être avoit-il encore pour but qu'en cas d'accident un aérostat suppléât à l'autre?

Mais quelque spécieuse que put être cette raison, une idée de proscription se présente d'abord; le feu qui est dans un de ces aérostats peut, par sa proximité, occasionner une dilatation trop grande du gaz inflammable contenu dans l'autre, & produire une rupture dans l'enveloppe du premier, au moins dans quelques circonstances qui peuvent se présenter. On se rappelle que l'aérostat du Champ de Mars fut trouvé avec une déchirure dans sa partie supérieure, & que cet effet qu'on avoit prédit quand on le vit remplir entièrement de gaz, résulta d'un excès de raréfaction, occasionné par une trop grande diminution de pression de l'air extérieur dans les couches supérieures de l'atmosphère où l'aérostat parvint. Dans la combinaison des deux moyens employés par M. Pilatre, les deux causes de raréfaction pouvoient être réunies, & produire par leur association une plus grande expansion capable de déchirer l'enveloppe de l'aérostat à gaz inflammable. S'il en faut croire quelques relations, cette cause n'auroit pas produit l'accident dont nous parlons : car on a écrit qu'il n'y avoit presque point de feu dans le foyer de la montgolfière, le réchaud étant couvert, & les toiles n'étant point brûlées, quoique ce dernier effet eût eu lieu dans d'autres circonstances, lorsque l'aérostat touchoit la terre. Mais il n'est pas sûr que dans la chute le réchaud n'ait été recouvert, & que le feu ne se soit presque éteint avant l'arrivée des spectateurs.

On a eu recours à l'électricité pour expliquer la cause de cette funeste catastrophe; mais c'étoit oublier que le gaz inflammable, lorsqu'il n'est pas mêlé avec l'air atmosphérique, ne peut s'allumer par l'étincelle électrique. Or, les précautions qu'avoient prises M. Pilatre de Rozier en chargeant son aérostat, ainsi que nous le tenons d'une personne qui avoit assisté aux opérations, prouvent qu'il n'y avoit pas un mélange sensible de l'air ordinaire. Une étincelle électrique, supposée éclater dans l'atmosphère, n'a donc pu allumer le gaz inflammable, & produire une explosion ou disruption de l'enveloppe; de plus un aérostat, en s'approchant d'un nuage électrique, se chargeroit peu à peu du fluide électrique qui formoit l'atmosphère de ce nuage, & ensuite environné d'une atmosphère électrique semblable, nulle étincelle ne pourroit éclater entre eux, lorsqu'ils sont électrisés de la même manière.

On a encore assigné pour cause de cet événement fatal la déchirure du ballon, qui fut occasionnée par le frottement de la corde qui gouvernoit la soupape, placée à cent pieds environ de distance des aéronautes. L'aérostat supérieur, rempli de gaz inflammable, étoit formé par douze fuseaux de taffetas enduit de vernis; depuis six mois il avoit été considérablement fatigué par plusieurs expériences préliminaires, & par plusieurs tentatives inutiles de départ. Or, l'expérience a prouvé assez constamment que les différentes enveloppes qu'on a employées sont devenues très-fragiles, lorsqu'elles ont été tourmentées successivement, & sur-tout lorsqu'elles ont été exposées aux intempéries de l'air & aux vicissitudes des saisons. En tirant donc cette corde de la soupape, qui étoit très-longue, & ne pouvoit par conséquent jouer facilement, son frottement rude a dû déchirer l'enveloppe, le gaz se dissiper par cette longue ouverture; & comme la montgolfière n'étoit pas alors assez développée, la machine a dû, n'ayant pas suffisamment de légèreté spécifique, tomber avec une très-grande vîtesse. Voilà une nouvelle preuve des inconvéniens qu'il y a de mettre trop de complication dans la construction des machines; en les supposant très-bien faites, on éprouve toujours beaucoup de difficultés à les gouverner.

M. de Maisonfort, qui devoit monter cet aérostat, & qui fut forcé de céder sa place à M. Romain, dit, dans sa relation, que la machine aérostatique fut entraînée par des courans divers, & repoussée sur la côte de France. « Dans ce moment, sans doute, M. Pilatre de Rozier, ainsi que nous en étions convenus ensemble, voulant descendre & chercher un courant plus favorable, se sera déterminé à tirer sa soupape, qui, mal raccommodée & trop dure, aura exigé apparemment & des efforts, & peut-être une secousse violente; c'est alors que le taffetas a crevé, que la soupape est retombée dans l'intérieur du globe, & que l'air inflammable, tendant à s'élever, & voulant sortir par l'issue de dix pouces qui venoit de se faire, l'enveloppe pourrie par des essais inutiles, & par un laps de temps considérable, a cédé, & s'est seulement déchirée sans éclater; car un paysan, éloigné de cent pas, n'a entendu, m'a-t-il dit, qu'un bruit très-léger, tandis qu'une détonation totale eu devoit produire un très-fort. J'ai vu l'enveloppe de l'aérostat retomber sur la montgolfière; la machine entière m'a paru alors éprouver deux ou trois secousses, & la chute s'est déterminée de la manière la plus violente & la plus rapide. Les deux malheureux voyageurs sont tombés, & ont été trouvés fracassés dans la galerie, & aux mêmes places qu'ils occupoient à leur départ ».

Il y en a qui ont prétendu avoir vu une colonne de flamme au-dessus du ballon; peut-être que cette apparence n'a dépendu que d'une illusion d'optique. Si ce fait étoit vrai, le gaz inflammable sortant du ballon, & en contact avec l'air de l'atmosphère, auroit donc brûlé comme celui qu'on force à s'échapper d'une vessie en la comprimant. Mais quelle auroit été la cause de cette inflammation? Des météores ignés, qui auroient pris naissance à point nommé.

D'autres ont cru que l'air atmoſphérique s'étoit inſinué dans l'aéroſtat à meſure qu'une portion de gaz inflammable s'échappoit, & qu'enſuite une détonnation avoit eu lieu. Mais qui a allumé ce mélange de gaz & d'air, pour lui faire produire une exploſion conſidérable? Il faut avoir recours à des conjectures qui ne ſont point fondées, pour expliquer l'événement par cette cauſe; elles ſont trop hypothétiques pour en parler dans un ouvrage de la nature de celui-ci.

Quoi qu'il en ſoit, ce fut le 13 juin 1785 que ces deux malheureuſes victimes, après s'être élevées à une hauteur conſidérable, tombèrent, au bout d'un quart d'heure, à une lieue & quart environ de Boulogne, dans la garenne de Vimille, près des bords de la mer.

Il eſt juſte de rapporter ici quelques-uns des réſultats relatifs à l'art aéroſtatique que M. Romain lui-même avoit annoncé, peu avant cette terrible cataſtrophe. Il avoit prétendu avoir perfectionné l'enveloppe des aéroſtats, au point de les rendre abſolument imperméables, & d'en avoir faits les plus ſenſibles des inſtrumens de Phyſique, capables, diſoit-il, d'indiquer, 1°. tous les changemens, ſoit dans la raréfaction & la condenſation de l'air, ſoit dans la peſanteur de l'atmoſphère; 2°. de faire connoître les plus foibles attractions entre deux ſubſtances; 3°. de rendre ſenſibles les plus petits mouvemens de l'air; 4°. de ſervir à une multitude d'expériences d'électricité.

16°. M. Teſtu fit à Paris, le 18 juin 1786, un *nouveau voyage*, avec un aéroſtat qu'il avoit conſtruit. En voici le récit. Son ballon avoit vingt-ſept pieds de diamètre; il étoit fait avec du taffetas enduit d'un vernis imperméable à l'air, où entre la gomme élaſtique. Nous l'avons examiné avec ſoin à l'Obſervatoire, & il nous a paru que la compoſition de M. Testu étoit très-bonne.

La capacité de ce ballon étoit de		11315 *p.c.*
Le poids de l'air inflammable de	131	tot. 571 l.
Celui du ballon	200	
Du filet et de la nacelle . .	120	
Du voyageur	120	
Le poids de l'air atmoſphérique étant de		737
Il reſtoit 737 moins 571 égal . . .		166

Ces 166 furent l'excédent de légereté ſpécifique à employer en leſt.

Divers obſtacles s'opposèrent à ce qu'on put prendre cette ſomme de leſt. Premièrement, un orage très-fort, ſurvenu pendant la nuit, arracha les ſapines ou mâts qu'on avoit plantés en terre, aux deux côtés du ballon, & les fit tomber ſur lui. Cet accident perça le ballon, qui étoit placé dans le jardin du Luxembourg, très-expoſé au vent; néanmoins ce ballon, qui étoit chargé de gaz inflammable, tendant à s'élever, conſerva la plus grande partie de ſon gaz, les trous ſe trouvant contre la terre. Dans ces circonſtances, le ballon au lieu de ſe vider, reçut de l'air atmoſphérique. Le lendemain, M. Teſtu ferma les trous avec le vernis à la gomme élaſtique, dont le ballon étoit enduit. Cet accident augmenta la peſanteur du fluide contenu dans le ballon; un ſecond obſtacle fut la pluie, qui, en mouillant & rétréciſſant le filet, produiſit, en même temps, une augmentation de poids & une diminution de capacité; le troiſième obſtacle fut l'ignorance & l'obſtination des ouvriers, qui ſervoient l'appareil au gaz inflammable, qui ne renouvelèrent point l'eau à travers laquelle paſſoit le gaz, quoique cette eau ſe fut ſaturée d'acide, d'où il s'enſuivit que cet acide, lorſqu'il ne put plus ſe dépoſer dans l'eau, paſſa dans le ballon avec le gaz, & en diminua la légèreté. Ces trois obſtacles furent cauſe qu'on ne put avoir que 33 livres de légereté ſpécifique, au lieu de 166.

La journée de l'expérience fut pluvieuſe par des vents d'eſt & de ſud; l'après-midi, à quatre heures, le ciel étoit couvert de nuages épais, à travers leſquels le ſoleil ſe montroit rarement. L'hygromètre marquoit 55 degrés, le baromètre 27 pouces 10 lignes, & le thermomètre 23 degrés au-deſſus de zéro: c'eſt à cet inſtant que le départ eut lieu.

On avoit eu ſoin de faire précéder un ballon de baudruche de deux pieds de diamètre; il prit la route du nord, & indiqua ainſi le vent de ſud; auſſi le grand ballon fut-il bientôt emporté dans la même direction, le voyageur ayant jeté dans ces circonſtances cinq livres de leſt.

Son intention étoit de pincer le vent & de s'écarter de la méridienne du côté de l'oueſt; pour cet effet il manœuvra avec des aîles; elles ſervirent à tourner à volonté, lorſque l'une de ces aîles agiſſoit plus que l'autre, & de plus à monter & à deſcendre en les mouvant de haut en bas, & en variant dans cette action la poſition de leur ſurface.

Les nuages les plus bas dans leſquels le navigateur fut bientôt porté, étoient à trois cent toiſes de la terre. Dès qu'il en fut enveloppé, il commença à éprouver un peu de chaleur, & un *commencement de dilatation*, qui augmenta lorſqu'il eût dépaſſé les nuages, & qu'il fut à 450 toiſes.

La chaleur opéra cette aſcenſion, ſoit en dilatant le gaz inflammable, ſoit en ſéchant le filet & la nacelle, & leur donnant ainſi de la légèreté. Cependant le thermomètre ne s'éleva que de deux degrés; peut-être ne fut-il pas aſſez ſenſible.

Au moment du départ, le ballon n'étoit plein de gaz qu'au ſix cinquièmes de ſa capacité, ce

qui fut fait à dessein. Mais à la hauteur de 450 toises, où le balon se trouva, la dilatation fut telle que le ballon fut rempli en entier, & que le gaz avoit encore une force d'expansion très-sensible. « Pour éviter de laisser échapper du gaz, » j'agitai mes rames pour descendre, dit cet aéro- » naute, & je descendis en effet dans la région » des nuages. Ayant cessé de les mouvoir un ins- » tant, je remontai bientôt, & la dilatation ne » parut pas pendant l'espace de trois minutes; la » même chose m'arriva plusieurs fois; mais enfin » craignant ou la déperdition du gaz, ou la rup- » ture du ballon, devenu de plus en plus sec & » léger, je me décidai à aller prendre du lest; » & après un travail pénible & suivi de mes ra- » mes, je descendis en effet dans la plaine de Mont- » morenci, à cinq heures vingt-six minutes ».

Sans sortir de sa nacelle, M. Testu ramassa quelques pierres. Un grand nombre de curieux qui étoient accourus, l'empêchèrent de s'enlever, le saisirent par les aîles, par les cordes qui supportoient le bateau; on tira même celle de la soupape, d'où il en résulta une perte de gaz inflammable. « Le propriétaire du champ arriva aussi avec d'autres paysans; ils vouloient me faire payer les dommages que les curieux avoient fait au blé, & dans cette vue ils me traînoient par la gondole. Ne pouvant leur résister de force, je tentai de leur échapper par adresse. Je leur proposai de me conduire par-tout où ils voudroient, en me remorquant avec une corde; l'abandon que je fis de mes aîles brisées & devenues inutiles, persuada que je ne pouvois plus m'envoler; vingt personnes se lièrent à cette corde en la passant autour de leur corps; le ballon s'éleva d'une vingtaine de pieds, & j'étois ainsi traîné vers le village. Ce fut alors que je pesai mon lest, & après avoir reconnu que j'avois encore beaucoup de légèreté spécifique, je coupai la corde, & je pris congé de mes villageois, dont les exclamations d'étonnement me divertirent, lorsque la corde par laquelle ils croyoient me retenir leur tomba sur le nez ».

« La hauteur à laquelle je me suis élevé en quittant Montmorenci est celle des nuages; d'abord l'œil en fut dépourvu, & je n'en voyois qu'à l'horison; mais la vîtesse avec laquelle j'étois emporté, me fit bientôt trouver au milieu d'eux. J'y observai une sorte de congélation en lames rondes très-minces, qui ressembloient à des paillettes, & qui nageoient en l'air : il en vint plusieurs se déposer sur le verre de ma boussole; je ne me soutins pas long-temps à cette élévation; je me vis sous un nuage chargé d'électricité, & dans lequel le tonnerre grondoit; la fraîcheur du soir qui augmentoit de plus en plus, m'abaissa entièrement aux environs de l'abbaye de Royaumont, à six heures quarante-cinq minutes.

» Je ne touchai cependant pas la terre; je me soutins à quelque distance du sol. En jetant un peu de lest, je suivois en remontant la rivière d'Oise, & je m'apperçus que ma direction n'étoit plus celle que j'avois eue jusqu'alors; la ligne de ma route, depuis Paris, avoit été celle du sud; & quoiqu'il m'eût paru que le vent qui souffloit lors de mon départ fut celui du sud, la nouvelle direction dans laquelle j'étois emporté, étoit à peu près celle d'un vent de sud-ouest.

» Douze minutes après je jetai du lest, & je m'élevai à la hauteur de 374 toises, le thermomètre marqua à cette élévation 15 degrés, & l'hygromètre 45. Je vis une portion de l'arc-en-ciel renversé; chemin faisant je fis une expérience pour constater si les corps gravitoient à raison de leur densité; ce fut de jeter une bouteille remplie d'eau, le gouleau étant vertical; l'eau en sortit avec sifflement, parce que la bouteille l'abandonna, sa chute étant plus rapide que celle de l'eau. J'ai eu l'honneur de communiquer verbalement cette expérience à l'académie royale des Sciences.

» Quelque temps après j'entendis donner du cors, & je vis des chasseurs, quoique je fusse à la hauteur des nuages. Je les vis à la vue simple, & je les suivis aussi avec ma lunette. Le désir de voir la chasse m'engagea à ouvrir un instant la soupape du ballon pour me rapprocher d'eux; je n'avois plus d'autre moyen pour descendre; mais le ballon alloit plus vîte que les chevaux; c'étoit auprès de Fitz James; à huit heures, je descendis jusqu'à terre entre Etouen & Vareville, pour prendre du lest en échange du support de mes rames ». Les chasseurs vinrent à bride abattue, & instruisirent l'aéronaute du lieu où il étoit.

« En m'élevant, continue M. Testu, je passai à travers des nuages dans lesquels les éclairs & le tonnerre se succédoient rapidement. Le thermomètre y marqua 5 degrés sous glace, mais il reprit bientôt le terme qu'il avoit auparavant, celui de 15 lignes. Lorsque j'eus dépassé l'orage, je m'élevai alors plus haut que je n'avois fait encore, mon baromètre m'indiqua 478 toises, & je crois même avoir été au-delà. Je voyageai dans cette région jusqu'à neuf heures & demie; ce fut alors que je vis coucher le soleil, & tout de suite après je perdis de ma hauteur; le crépuscule fut très-court pour moi; je fus bientôt plongé dans la masse des nuages orageux dont j'ai parlé, & dans l'obscurité la plus profonde, obscurité qui n'étoit interrompue que par les éclairs de l'orage dans le centre duquel je me voyois ».

« J'ai passé plus de trois heures dans le sein de cet orage, & voici ce que j'ai éprouvé. Je me suis trouvé dans des nuages froids & neigeux, dans lesquels mon thermomètre, que j'ai vu au moyen d'un phosphore, marquoit cinq degrés. Alors ma

gondole a été recouverte de verglas, & j'ai senti des glaçons & de la neige se déposer sur moi, & sur-tout dans le fond de ma nacelle; cette neige a été plusieurs fois assez abondante pour que j'aie pu en ramasser à poignée & la jeter dehors; j'ai regretté alors mon manteau, que les habitans de Montmorenci m'avoient pris.

» En sortant des nuages neigeux, je me trouvois instantanément plongé dans d'autres, qui me faisoient ressentir l'impression de la pluie & une froidure moins vives, & bientôt après j'étois encore enlevé dans les premiers. C'est dans ce mouvement continuel d'ascension & d'abaissement que j'ai passé les trois heures qu'a duré l'orage. J'ai attribué ce mouvement à une attraction & répulsion électrique, provenant des divers états de ces deux espèces de nuage; une pointe, que j'avois placée sur l'un des bords de la gondole, me faisoit voir une aigrette lumineuse lorsque je descendois dans les nuages de pluie; je voyois, au contraire, un point lumineux, lorsque j'étois enlevé dans les nuages de neige : l'extrémité de mes doigts me montroit en partie le même phénomène; mon drapeau, qui portoit les armes de France en or, étoit habituellement scintillant de lumière.

» Le mouvement rapide haut & bas qui m'emportoit, me faisoit décrire des courbes. Je ne peux pas bien dire positivement si c'étoit des circonférences de cercle que je traçois, ou bien seulement une ligne d'ondulation dont on peut prendre une idée par celle de la surface d'une mer agitée par un vent unique. Quoi qu'il en soit, il est très-certain que j'ai été agité par l'un de ces deux mouvemens, ou peut-être par tous les deux, & je crois l'avoir été plutôt par le premier; j'en ai jugé par l'inclination très-forte de ma gondole, tantôt dans un sens & tantôt dans un autre, qui avoit lieu en même temps que je me sentois enlever & descendre, & cette inclination étoit telle qu'étant debout, je craignis d'être jeté hors du bateau, & je m'étendis dans le fond pour éviter ce danger. Au reste, l'un & l'autre de ces deux mouvemens sont très-faciles à concevoir; celui de rotation perpendiculaire aura été produit par deux directions de vent, qui ont pu avoir lieu en même temps que j'étois mû haut & bas par l'électricité; & le mouvement d'ondulation seroit le résultat de ceux de l'attraction & répulsion dans un courant de vent unique; je n'avois pas les moyens d'évaluer précisément des mouvemens pareils, difficiles à reconnoître par cela même que j'en étois emporté, & que je leur obéissois sans résistance. Mais on peut observer encore l'obscurité & toutes les autres circonstances qui influoient sur moi.

» Pendant que j'éprouvois ce roulis d'un nouveau genre, le tonnerre se faisoit continuellement entendre à côté de moi; le son grave de ce météore étoit très-fort, mais très-court; il étoit précédé & suivi par un bruit de sifflement ou de déchirement dont on peut se faire une idée quand on a entendu celui que produit son passage sur la corde d'un cerf-volant électrique. La vivacité du bruit & de l'étincelle me fatiguèrent d'une manière étonnante, & m'obligèrent à me couvrir les yeux & les oreilles : j'attendis ainsi la fin de l'orage, les soupapes de mon ballon bien fermées; je n'aurois pu descendre qu'en laissant échapper du gaz; mais le tonnerre qui circuloit sans cesse autour de moi, & qui perça mon drapeau, auroit pu faire détonner à l'instant mon ballon, dont le gaz étoit, comme je l'ai dit, mélangé d'air atmosphérique; d'ailleurs il ne me convenoit ni de monter, ni de descendre; j'étois moins exposé dans le nuage que je n'avois été dessus ou au-dessous, parce que le nuage faisoit lui-même l'office de paratonnerre, indépendamment de mon filet mouillé, qui transmettoit l'électricité, & l'empêchoit aussi d'endommager le ballon.

» Enfin un calme parfait succéda à cet orage, le plus violent que j'aie éprouvé de ma vie. Je vis les étoiles, & je profitai du repos bien agréable que je goutai alors, pour prendre quelques alimens; le jour parut à deux heures & demie; alors n'ayant plus que cinq livres de lest, mon ballon s'étant séché, & me trouvant à une très-grande hauteur, d'où je ne voyois pas la terre, je résolus de descendre pour savoir où j'étois, & c'est ce que je fis à quatre heures moins un quart, après avoir vu lever le soleil ».

Des paysans accoururent alors vers l'aéronaute, l'instruisirent de l'endroit où il étoit, les environs du village de Campremi, distant de Paris de 25 lieues; on dressa ensuite procès verbal; le vent ayant changé, M. Testu espéroit de revenir à Paris en ballon; mais les paysans qui le remorquoient ayant accroché l'aérostat à l'angle d'un toit, il en résulta une ouverture, par laquelle une quantité de gaz s'échappa. L'observateur finit sa relation, en disant que son ballon & ses habits avoient conservé une violente odeur de soufre, & qu'en arrivant à terre, il se trouva sourd en quelque sorte, ce qui dura pendant quelques heures. Ce récit n'ayant été imprimé que dans notre *Journal de la nature considérée*, & contenant des détails curieux, nous avons jugé à propos de l'insérer dans cet article.

17°. Nous ne parlerons point ici du ballon aérostatique du Luxembourg, qui ne put être élevé, & qui trompa les espérances d'un peuple nombreux; la critique la plus amère s'est exercée sur les constructeurs, MM. Miolan & Janinet; mais tant d'accidens peuvent éloigner le succès dans ce genre, qu'ils méritoient de l'indulgence. Cet aérostat, qu'on se proposoit d'élever par le moyen du feu, avoit soixante & dix pieds de diamètre,

On ne dira rien de ce grand nombre de voyages aérostatiques qu'a fait M. Blanchard; ils se montent au moins à trente-six. On a reproché à ce voyageur de s'être donné, comme un saltimbanque, en spectacle; de n'avoir paru chercher que des spéculations lucratives dans toutes ses opérations, & de n'avoir jamais fait faire un pas à la science, en se bornant toujours à des manipulations routinières constamment les mêmes, malgré tant de belles occasions qui se présentoient de faire des découvertes; d'avoir, dans ses récits, rapporté des observations difficiles, au moins, à concilier avec les principes connus de la Physique; mais il y a trop de sévérité dans cette critique; on ne doit point oublier son intrépidité, toujours soutenue, ni le passage de la mer qu'il exécuta avec succès à son retour en France avec le docteur Jefferies, le 7 janvier 1785; ce passage étoit à la vérité bien plus aisé que celui de France en Angleterre, puisque dans le premier cas, on se dirige d'un point vers un grand continent (c'est le contraire dans le second); néanmoins il y a toujours des dangers, celui d'être submergé, par exemple; on peut cependant y remédier, comme on va le voir.

M. de Crosbie s'éleva de Dublin, le 19 juillet 1785, par le moyen d'un aérostat à gaz inflammable, dont les bords de la gondole étoient garnis de vessie, afin de la rendre insubmergible. Son élévation ayant été trop grande, il tira, pour y remédier, le cordon de la soupape, qui, n'ayant pû se refermer, laissa échapper une trop grande quantité de gaz, d'où résulta une chute dans la mer avec une précipitation très-rapide. Heureusement que la gondole, quoique remplie d'eau, resta soutenue sur la surface de la mer, par les vessies dont ses bords étoient garnis.

II. *La découverte des aérostats appartient à MM. de Montgolfier.* Quelques écrivains anonymes, mais en très-petit nombre, ont voulu trouver dans les anciens des traces de la découverte des aérostats; on verra avec quel succès. Dédale, poursuivi par Minos, roi de Crète, obligé de se cacher dans le labyrinthe qu'il avoit construit, conçut le dessein de voler dans l'air; Diodore de Sicile assure qu'il traversa la mer, autrefois appelée Cretique, & qu'il vint aborder en Sicile, &c. Ce Dédale étoit très-habile, car selon Platon (dans le Menon & dans l'Entyphron), il avoit fait des statues qui s'enfuyoient avec vîtesse, lorsqu'elles n'étoient pas retenues avec de forts liens; & suivant Homère, il avoit construit avec Vulcain des trepieds qui paroissoient animés d'une fureur divine, & qui s'élançoient les uns contre les autres. Archytas de Tarente, philosophe platonicien, fit voler une colombe de bois.

Le père Lana, jésuite de Brescia, publia en 1670 un ouvrage italien, qui a pour titre: *prodromo dell'arte maestra.* Brescia, 1670, *nella stamperia dei Rizzardi*, in-folio, avec des gravures. Ce livre est extrêmement rare; on le trouve à la bibliothèque du roi. Dans le chapitre 6, on trouve le projet de construction d'un navire qui devoit se soutenir & voyager dans l'air à voile & à rames. Les principaux agens de cette machine, consistoient en quatre sphères ou globes, dans lesquels le vide parfait devoit être produit. Leur diamètre étoit de 20 pieds; leur superficie, selon les calculs de l'auteur, de 1232 pieds, & leur solide de 5749 pieds $\frac{1}{3}$. Mais outre que ces proportions ne sont pas exactes, c'est que sa manière d'opérer le vide est des plus défectueuses; car il exigeoit pour cela de remplir les ballon d'eau, de les vuider, & de fermer tout de suite le robinet par où l'eau devoit s'échapper. Enfin, le père Lana ne donnant à l'épaisseur de son cuivre que $\frac{1}{48}$ de ligne, rendoit l'exécution de ses globes absolument impossibles. Aussi Leibnitz qui a commenté ce projet, conclut avec raison de l'excessive ténuité de cette enveloppe, que la chose ne pouvoit pas avoir lieu; *quod fieri nequit.*

Hooke & Borelli ont encore fortement critiqué ce projet, à cause de l'impossibilité de faire des globes d'une capacité aussi considérable que celle qu'il leur donnoit, sans que ces globes ne crevassent par la pression de l'atmosphère.

Comme la gravure qui accompagne l'ouvrage *dell'arte maestra*, représente quatre ballons qui se soutiennent en l'air, & qui supportent, au moyen de cordages, un bateau avec une voile; les personnes qui ont été à portée d'observer cette planche sans lire le texte, se sont imaginés que MM. de Montgolfier n'ont fait que copier *Lana;* mais leur découverte est bien différente réellement de l'idée de ce jésuite italien: la *figure* 123 représente la forme de son bateau.

Il y en a qui ont avancé que Roger Bacon avoit parlé le premier d'une machine pour voler, dans son traité *de mirabili potestate artis & naturæ*, &c.; selon ce qu'il en dit dans cet ouvrage, cette machine portoit un siége dans lequel un homme étant placé, il pouvoit, par son action, se donner un mouvement progressif, & voler comme un oiseau. Cet auteur n'explique pas comment elle se soutenoit en l'air, ou si cet effet résultoit de l'action de l'homme. Quoiqu'il assure qu'une machine de ce genre avoit été faite & essayée avec succès par une autre personne, il paroît certain qu'il a été induit en erreur par un faux témoignage. *Voyez* l'article VOL AÉRIEN.

On a prétendu que *Borelli*, dans son traité *de volatu*, du vol, avoit préludé à la découverte de MM. Montgolfier; mais ce savant ne dit point qu'il a imaginé, mais que quelques modernes se sont imaginé qu'en imitant la manière dont les

poissons se soutiennent dans l'eau, on pourroit mettre le corps humain en équilibre avec l'air, en employant une grande vessie vuide ou remplie d'un air très-rare, & en la faisant d'une telle ampleur, qu'elle put suspendre un homme dans le fluide aérien. Nous démontrerons facilement, ajoute Borelli, qu'ils se trompent. *At, quàm sit vana eorum spes, facile &c., percipimus.* Une telle vessie, dit-il, plus bas, ne peut être, ni fabriquée, ni conservée, ni vuidée par aucun moyen pneumatique.

Quand Christophe *Colomb*, dit M. Gudin dans sa lettre à l'académie de Lyon, voulut chercher un nouveau continent, on lui dit qu'on n'en pouvoit pas trouver; quand il eut découvert l'Amérique, on lui soutint que les carthaginois l'avoient connue; & abusant d'un passage du periple *d'Hannon*, on trompa les lecteurs peu instruits : c'est ce qui est arrivé à MM. de Montgolfier. Il cherchoit, lui disoit-on, l'impossible, avant qu'il eut réalisé son projet; & ensuite on a falsifié des passages oubliés pour faire croire que l'invention ne leur appartient pas.

Loin d'avoir suivi les idées de *Lana* ou des savans que combat Borelli, M. de Montgolfier est le seul qui ait senti qu'il ne suffisoit pas d'enfermer un air subtil ou du vuide dans une enveloppe légère, qu'il falloit encore donner à cette enveloppe une très-grande capacité; en un mot, qu'il falloit opposer la capacité à la pesanteur, afin de réduire la pesanteur, non-seulement à zéro, mais même tellement au-dessous de zéro, qu'on put enlever des masses très-pesantes. C'est cette idée qui a été le fruit de la méditation, & qui forme la découverte de cet homme de génie.

Le père *Joseph Galien*, dominicain, ancien professeur de philophie & de théologie dans l'université d'Avignon, publia en 1755, à Avignon, chez le libraire *Fez*, une brochure petit in-12, intitulée : *l'art de naviger dans les airs, amusement physique & géométrique, précédé d'un mémoire sur la nature & la formation de la grêle.* Ce livre dont il y a eu une seconde édition chez le même libraire, en 1757, & qui n'avoit été regardé jusqu'à présent que comme un délire d'imagination, n'est pas sans intérêt depuis la découverte de MM. de Montgolfier. Les lecteurs en verront ici, avec quelque plaisir, plusieurs passages. « Nous voici donc arrivés, dit le père Galien, au moment de la construction de notre vaisseau pour naviger dans les airs & transporter, si nous le voulons, une nombreuse armée avec tous ses attirails de guerre & ses provisions de bouche, jusqu'au milieu de l'Afrique, ou dans d'autres pays non moins inconnus. Pour cela, il faut lui donner une vaste capacité; qu'importe, il n'en coutera pas davantage, dès que nous ne le fabriquerons qu'en idée.

« Plus il sera grand, plus sa pesanteur en sera absolument plus grande, mais aussi elle en sera moindre respectivement à son énorme grandeur, comme peuvent le comprendre ceux qui ont quelque teinture de géométrie, & qui savent que plus un corps est grand, moins il a à proportion de superficie, quoiqu'il en ait absolument davantage. Nous construirons ce vaisseau de bonne & forte toile doublée, bien cirée ou goudronnée, couverte de peau, & fortifiée de distance en distance de bonnes cordes, ou même de câbles dans les endroits qui en auront besoin, soit en dedans, soit en dehors; en telle sorte qu'à évaluer la pesanteur de tout le corps de ce vaisseau, indépendamment de sa charge, ce soit environ deux quintaux par toise quarrée. Quant à la forme qu'il faudra donner à ce vaisseau, on aura assez le loisir d'y penser, avant que de mettre la main à l'œuvre; contentons-nous pour le présent d'examiner si un vaisseau de figure cubique, ayant, par exemple, 1000 toises de diamètre, dont le seul corps, indépendamment de sa charge, peseroit 200 livres ou 2 quintaux par toise quarrée, pourroit se soutenir dans l'air à la région immédiatement au-dessus, ne soit à celle de l'eau que comme 1 est à 2000. Le vaisseau seroit plus long & plus large que la ville d'Avignon, & sa hauteur ressembleroit à celle d'une montagne bien considérable. Un seul de ses côtés contiendroit un million de toises quarrées; car 1000 est la racine quarrée d'un million. Il auroit six côtés égaux, puisque nous lui donnons une figure cubique Nous supposons aussi qu'il fût couvert; car, s'il ne l'étoit pas, il ne faudroit avoir égard qu'à cinq de ses côtés, pour mesurer combien peseroit le corps de tout le vaisseau, indépendamment de sa cargaison, en lui donnant deux quintaux de pesanteur par toise quarrée : ayant donc six côtés égaux, & chaque côté étant d'un 1,000,000 de toises quarrées, dont chacune pesant deux quintaux, il s'ensuit que le seul corps de ce vaisseau peseroit 12,000,000 de quintaux, pesanteur énorme, au-delà de dix fois plus grande que n'étoit celle de l'arche de Noé avec tous les animaux, & toutes les provisions qu'elle renfermoit ».

Le père Galien interrompt alors ces détails pour calculer la pesanteur de cette arche célèbre, & cette épisode l'éloigne, pour quelque temps de son vaisseau, dit M. Faujas; mais enfin il y revient, & continue ainsi sa narration. « Nous voilà donc embarqués dans l'air avec un vaisseau d'une horrible pesanteur. Comment pourra-t-il s'y soutenir & transporter avec cela une nombreuse armée, tout son attirail de guerre & ses provisions de bouche, jusqu'au pays le plus éloigné? c'est ce que nous allons examiner. La pesanteur de l'air de la région sur laquelle nous établissons notre navigation, étant supposée à celle de l'eau, comme 1 à 1000, & la toise cube d'eau pesant 15120 livres, il

livres, il s'ensuit qu'une toise cube de cet air pesera environ quinze livres & 2 onces; & celui de la région supérieure étant la moitié plus léger, la toise cube ne pesera qu'environ 7 livres 9 onces. Ce sera cet air qui remplira la capacité du vaisseau; c'est pourquoi nous l'appellerons l'air intérieur, qui réellement pesera sur le fond du vaisseau, à raison de 7 livres 9 onces par toise cube; mais l'air de la région inférieure lui résistera avec une force double, de sorte que celui-ci ne consumera que la moitié de sa force pour le contrebalancer, & il lui en restera encore la moitié, pour contrebalancer & soutenir le vaisseau avec toute sa cargaison ».

» Le vaisseau que nous avons lancé en idée sur la région de la grêle, est de figure cubique; mille millions de toises cubes pesant chacune 7 livres 9 onces, font 7,562,500,000 livres, ou 75,625,000 quintaux. Notre vaisseau se soutiendra donc dans la région où nous l'avons placé, pourvu qu'avec sa cargaison, il ne pèse pas au-delà de 7,525,000 quintaux. Mais parce que, pour naviger sans danger évident, il faut que le vaisseau élève ses bords jusqu'à une certaine hauteur au-dessus de son fluide, autrement, à la moindre secousse, le fluide y entreroit, & le feroit couler à fond, allégeons notre vaisseau de 5,625,000 quintaux, & ne lui laissons pour tout son poids, avec sa cargaison, que 70,000,000 de quintaux. Par le moyen de cet allégement, qui seroit un peu plus que la douzième partie de tout le poids, ce vaisseau s'éléveroit au-delà de 83 toises au-dessus du niveau de la région de la grêle sur laquelle il navigeroit.

» Qui de 70,000,000 quintaux, ôte 12,000,000 quintaux que peseroit le seul corps du vaisseau, reste encore pour sa cargaison 58,000,000 quintaux; ce qui iroit 54 fois au-delà de ce que pouvoit peser l'arche de Noé, avec tout ce qu'elle contenoit d'animaux & de provisions pour un an que dura le déluge. . . . Quand bien même il entreroit dans notre vaisseau quatre millions de personnes, pesant chacune trois quintaux, ce qui est un poids au-dessus de ce que pèse le commun des hommes, & que nous permettrions à chacune de ces personnes d'avoir avec lui 9 quintaux en provision ou en marchandises, tout cela ne feroit qu'une charge de quarante huit millions de quintaux. Il s'en manqueroit donc encore dix millions de quintaux, pour son entière cargaison : je comprends donc, qu'il ne feroit pas nécessaire de construire, pour notre navigation aérienne, des vaisseaux d'une si prodigieuse grandeur. Quant à la forme qu'il faudroit donner à ces vaisseaux, elle seroit sans doute bien différente de celle dont nous venons de parler. Il y auroit beaucoup de choses à ajouter ou à réformer, pour les rendre commodes, & bien des précautions à prendre pour obvier aux inconvéniens; mais ce sont des choses que nous laissons aux sages réflexions de nos habiles machinistes.

» Cette navigation au reste ne seroit pas si dangereuse que l'on pourroit se l'imaginer : peut-être le seroit-elle moins que celle de mer. Dans celle-ci, tout est perdu lorsque le vaisseau vient à couler à fond; au lieu que le cas arrivant dans celle-là, on se trouveroit doucement mis à terre, au grand contentement de ceux qui seroient ennuyés de voguer entre le ciel & la terre. Le vaisseau, en descendant ici bas, iroit avec une lenteur à ne rien faire craindre de funeste pour les gens de dedans, la vaste étendue de la colonne d'air de dessous s'opposant à la vîtesse de sa chûte. D'ailleurs ce vaisseau, après même s'être submergé & rempli d'air grossier, ne peseroit jamais un tiers de plus qu'un pareil volume de cet air. Il viendroit donc à terre beaucoup plus lentement que ne peut faire la plume la plus légère, puisque cette plume, malgré sa légèreté, pèse grand nombre de fois plus que l'air en pareil volume, & par conséquent beaucoup plus à proportion des masses, que ne seroit notre vaisseau submergé ».

Il faut convenir que cette théorie du père Galien, qu'on n'a regardée peut-être, dans le temps où elle parut, que comme une extravagance, ou au moins un jeu d'esprit, présente des rapports frappans avec la découverte de MM. de Montgolfier. Mais il est probable que ces messieurs n'ont point eu connoissance de *l'art de naviger dans les airs*, de l'ingénieux dominicain; & quand même ils l'auroient connu, il falloit réaliser ce projet gigantesque en le refondant, & en cherchant à suppléer à cet air pris dans la région de la grêle par un air pris à la surface de la terre, & rendu plus léger par un moyen simple, celui de la chaleur; il falloit élever ce vaisseau de la superficie de la terre, dans les hautes régions de l'air, & ne pas l'y supposer transporté par l'imagination.

On a encore dit que quelques physiciens en France & en Angleterre avoient fait, en 1781, des bulles de savon avec de l'air inflammable, mais aucun d'eux n'a pensé, qu'en donnant au gaz inflammable une enveloppe solide & impérméable, on put faire soutenir des corps considérables en l'air, car on ne sauroit en apporter aucune preuve; il seroit étonnant qu'ayant eu l'idée de cette application, ils ne l'eussent pas publié, ils ne l'eussent pas mis à exécution. Ce sont donc les messieurs Montgolfier qui, les premiers, ont fait cette découverte, & qui l'ont réalisée par la plus brillante exécution; & qui, après avoir essayé le gaz inflammable & différentes sortes d'enveloppes, pour faciliter le procédé en grand, ont eu recours à l'air dilaté & à des enveloppes communes. C'est entre les mains des vrais inventeurs que l'idée de la découverte est devenue féconde par une variété de moyens tous efficaces; & qu'après avoir subi toutes les sortes de modifications, elle est successivement parvenue par tous les degrés, jusqu'à ceux de la plus grande simplicité. Aussi après quel-

ques vains efforts, tout le monde s'est-il réuni à accorder toute la gloire de cette découverte à MM. de Montgolfier.

III. *De la construction des globes aérostatiques.* L'art de construire les aérostats soit à air raréfié, soit avec le gaz inflammable, appelé dans la nouvelle nomenclature gaz hydrogène, a été exposé, en très-grande partie, dans la suite des récits historiques des premiers aérostats qui ont été élevés. Nous avons pensé que cette brillante découverte ne pouvoit être exposée d'une manière intéressante, qu'en traitant des principes mêmes qu'on avoit observés en les construisant; mais comme ceux qui cultivent la physique pourroient désirer quelques détails ultérieurs, relativement à la pratique de cet art, il est à propos de donner plus d'étendue à cet objet, & de parcourir successivement ce qui regarde la matière dont on peut former l'enveloppe des aérostats; la manière de couper les fuseaux d'un globe; les divers procédés de faire le vernis dont on doit enduire l'enveloppe des aérostats pour empêcher la dissipation du gaz inflammable; le filet dont on couvre l'hémisphère supérieur de l'aérostat; le cercle horisontal, la gondole; les matières dont on peut tirer le gaz inflammable, & la façon de l'obtenir; des tableaux comparatifs des principales dimensions des aérostats faits avec divers substances, &c.

Les enveloppes des aérostats peuvent être de la toile peinte, de la toile avec une doublure de papier collé, du papier simple; du taffetas sur lequel on aura passé un vernis, de la baudruche, des peaux des animaux dont on aura diminué le poids, &c. Mais les membranes & les peaux des animaux ont sur toutes les étoffes l'avantage de la souplesse, de la force & de l'imperméabilité réunies, leur tissu étant beaucoup plus solide & plus serré que celui des étoffes quelconques: aussi voyons-nous que les vessies des animaux sont d'un usage plus sûr pour conserver de l'air. C'est donc aux peaux des animaux qu'on doit s'appliquer à donner des préparations convenables, & on ne doit pas désespérer qu'on n'en trouve un jour. On remarquera cependant que la vessie & la baudruche laissent passer le gaz inflammable avec une grande facilité, quoiqu'elles conservent l'air atmosphérique. Cette perméabilité de la vessie & de la baudruche, relativement au gaz inflammable, est prouvée par des faits, car un petit aérostat de baudruche non vernissée perd bientôt son gaz inflammable; & ce gaz, renfermé dans des vessies, ne s'y conserve pas long-temps, car on ne peut plus au bout de quelques jours enflammer l'air qui sort de ces vessies par un ajutage. Le parchemin, parmi les matières animales, tient très-bien l'air, même fortement comprimé; le travail qu'a reçu le parchemin, le rendant tout à la fois plus sec & moins poreux.

Méthode graphique pour couper les fuseaux d'un globe. 1°. sont décrits le demi cercle A B C du diamètre du ballon proposé, *figure* 124.

2°. Elever du centre D une perpendiculaire D B;

3°. Diviser chacun des arcs A B & B C en six parties égales, & par ces points de divisions, tirer des parallèles au diamètre;

4°. Construire une figure auxiliaire, *figure* 125, dont la longueur est égale au développement des six parties comprises dans l'arc C B;

5°. A chacune des six divisions de cette même figure auxiliaire, tracer des parallèles 1, 2, 3, 4, 5, 6, sur lesquelles les dimensions du fuseau seront rapportées de la manière suivante:

6°. On partage l'arc A I, *figure* 124, en deux parties égales, & du point de partage on tire le rayon I D; ensuite tous les rayons des parallèles G 5, H 4, I 3, K 2, L I, seront portés du point D comme centre, pour décrire tous les arcs de réduction 5, 4, 3, 2, 1.

7°. On prendra la mesure de chacun de ces arcs de réduction que l'on apportera par ordre sur la figure auxiliaire; c'est-à-dire, que l'arc 5 sera porté sur la parallèle 6, pour avoir les deux points du fuseau sur cette parallèle; l'arc 4 porté sur la parallèle 4, & ainsi de suite; ce qui détermine les six points de chaque côté de la ligne, qui servent à tracer le fuseau.

L'on prendra ensuite un patron en papier ou en carton sur cette dimension, & il servira de modèle pour couper le taffetas ou la toile destinée à former le globe.

Lorsque les fuseaux sont taillés, on les étend sur une table de quarante-cinq pieds de longueur pour recevoir la première couche de vernis; cette première couche ne glace point, elle passe à travers l'étoffe, il est bon de mettre d'autres pièces dessous pour qu'il ne se perde pas sur la table.

Le vernis doit être employé à chaud; il faut avoir soin de ne pas chauffer la partie supérieure du pot, sur-tout lorsqu'elle est vuide, ce qui brûle la résine & rend le vernis noir & grenu.

La première couche étant sèche, on doit en donner encore deux à chaque fuseau, l'une à l'intérieur, & l'autre à l'extérieur, pour lors elles laissent de chaque côté un endroit glacé. Après chaque couche on met les fuseaux de toute leur longueur sur l'étendoir, c'est-à-dire, sur des liteaux soutenus les uns au-dessus des autres par des cordes.

Enfuite on affemble les fufeaux deux à deux, puis quatre à quatre ; les coutures doivent toujours être faites de la même manière, foit avant la taille des fufeaux, foit dans les taffetas vernis, c'est-à-dire, à foie double, à point en arrière, à quatre lignes du bord, & ces bords rabattus enfemble d'un côté. Si ces coutures font enduites de plufieurs couches, on peut fe difpenfer de les couvrir de rubans.

Lorfque le ballon eft achevé, on l'enfle d'air commun avec un foufflet à double âme, comme par exemple celui des ferruriers, &c. cette opération fe fera aifément en moins de trois heures, avec un foufflet entre leurs valves, duquel feroient contenus environ neuf pieds cubes d'air, l'aéroftat étant fuppofé de 27 pieds de diamètre. Alors on s'appercevra fi l'air fe perd quelque part, fur-tout fi on pouffe un peu d'air, après qu'il en fera rempli. Quelquefois une fciffure arrive à l'entrée de l'appendice où toutes les pointes aboutiffent : auffi eft-il à propos de renforcer cet endroit par une pièce de taffetas verni, taillé en couronne.

Après avoir éprouvé que l'aéroftat tient l'air pendant quelques jours fans déperdition fenfible, on le vuide d'air en ouvrant l'appendice. Si ce dernier a fix pouces de diamètre, il faudra plus de vingt-quatre heures pour écouler tout l'air dont on l'aura rempli; & encore fera-t-on obligé pour accélérer cette opération, de le charger vers la fin par de larges rubans de fil tirés par des poids.

Comme le taffetas & les autres matières dont on forme les enveloppes des ballons font perméables au gaz inflammable, il eft à propos d'y paffer une couche de vernis. On a employé le vernis à la gomme élaftique ou *caout-chouc* ; voyez l'article CAOUT-CHOUC dans ce dictionnaire, dans lequel on a fait connoître l'arbre d'où on tire le fuc laiteux auquel on a donné ce nom, & où on trouvera la manière de le diffoudre. Comme le caout-chouc eft quelquefois rare, on a cherché à le fuppléer.

On peut imiter la gomme élaftique par celle qu'on retire du *vifcum album* de Linné; ou de la glu du Gui, la glu du Houx, telle qu'on la vend dans le commerce, & qui contient une furabondance d'eau ; elle ne brûle pas d'abord, comme le caout-chouc, en la jetant fur des charbons ardens; mais en la faifant bouillir dans un pot pendant une heure environ, & en la retirant dès qu'elle ne pétille plus, elle eft inflammable alors, & répand en brûlant une odeur femblable à celle de la gomme élaftique, en jetant comme elle une clarté vive, accompagnée d'une fumée épaiffe. Cette fubftance eft infoluble à l'eau, les efprits ardens ne l'attaquent pas, les huiles graffes & les huiles effentielles la diffolvent au feu ; enfin, elle forme avec les huiles rendues defficatives par la litharge, un vernis très-analogue à la gomme élaftique, long à fécher, à la vérité, comme le vernis de caout-chouc, mais les taffetas qui en font enduits, ont le même brillant, la même tranfparence, la même fouplefle, la même imperméabilité & la même faculté de développer le fluide électrique, ce qui eft très-commode & très-avantageux pour les nouvelles machines électriques faites en taffetas vernis, & qui produifent de fi grands effets : telle a été celle de M. Walchiers de Saint-Amans, de Bruxelles. (*Voyez* MACHINE ÉLECTRIQUE ; ÉLECTRICITÉ).

La glu du *chondrilla juncea. Linn.* produite par l'épanchement du fuc laiteux de cette plante très-commune dans les terreins ftériles ; cette glu fe rapproche du *caout-chouc* qui provient également d'un fuc laiteux. Le fuc laiteux du figuier, des différentes efpèces de tithimale, de l'apocin, &c., produifent une fubftance qui a la plus grande analogie avec le caout-chouc : mais il faut répéter les effais fur ces divers objets. En attendant voici une recette éprouvée.

Recette pour un vernis analogue à celui de la gomme élaftique. Prenez une livre de glu, mettez-là dans un pot de terre neuf ou très-propre, qui puiffe réfifter au feu; faites bouillir lentement pendant une heure environ, jufqu'à ce que cette fubftance ceffe de pétiller, ou, ce qui revient au même, jufqu'à l'inftant où une goutte jetée au feu s'enflammera.

Verfez alors fur la glu, & en remuant avec une fpatule de bois, une livre d'efprit de térébenthine, en éloignant le pot de la flamme, crainte que cette huile effentielle ne s'allume, faites bouillir pendant fix minutes, & verfez enfuite fur le tout trois livres d'huile bouillante de noix, de lin, ou de pavot, rendue defficative par la litharge; remuez bien, laiffez bouillir pendant un quart d'heure, & le vernis fera fait.

Lorfqu'il fera repofé pendant 24 heures, & que le marc fe fera dépofé au fond, vous le tranfverferez dans un autre pot; & lorfque vous voudrez vous en fervir, vous aurez attention de le faire chauffer & de l'employer avec un pinceau plat, fur le taffetas bien tendu; une bonne couche peut fuffire, ou fi l'on en veut deux, il faudra avoir foin de les bien étendre & de les établir fur les deux fens du taffetas, qu'il faudra laiffer fécher ainfi tendu en plein air.

On a verni des ballons avec une légère préparation de colle de poiffon, dans laquelle on avoit mis au moment de l'ébulition trois livres de gomme arabique blanche en poudre.

On s'eft fervi encore avec beaucoup de fuccès

du vernis à la *copale* ou au *fuccin*, que les vernisseurs préparent. Ces vernis ont un grand avantage, celui de fécher au bout de deux ou trois jours; ils donnent au taffetas du brillant, de la soupleffe, & ils font imperméables à l'air.

L'ouvrage de M. de Morveau fur les aéroftats, contenant des détails intéreffans pour ceux qui voudroient conftruire des aéroftats & leur épargner bien des peines, des tâtonnemens & des frais, nous jugeons à propos de rapporter ce qu'il dit fur les vernis. Selon cet illuftre favant, la combinaifon directe de la glu avec l'huile de lin, cuite avec la litharge, donne la compofition la plus fimple, la plus adhérente, la plus flexible & en même-temps la plus économique : elle eft fans contredit d'un ufage bien plus aifé à traiter, & fur-tout moins chère que celles où l'on fait entrer le caout-chouc qu'il faut fondre feul au feu pour pouvoir l'incorporer avec les huiles. La glu s'unit au contraire très-facilement à l'huile graffe, il fuffit de la jeter dans l'huile bouillante, & d'agiter le mélange. Les proportions font de deux parties d'huile fur une de glu; elles varient fuivant que l'on préfère de donner plus de couches, ou de les donner plus épaiffes; on eft même toujours obligé de délayer pour pouvoir pofer également le vernis, & c'eft toujours de l'huile graffe qu'il faut employer pour cela. On doit toujours prendre de la glu récente.

Le feul inconvénient des compofitions dont la glu fait une partie confidérable eft de fécher très-lentement; mais cet inconvénient eft commun au caout-chouc qui fèche fi difficilement, qu'on eft obligé d'expofer les pièces que l'on travaille avec cette réfine à la fumée, pour que les parties arides qu'elle y laiffe, les empêche de fe coller.

Lorfqu'on eft preffé de faire une expérience, afin que la deffication foit plus prompte, on peut avoir recours au procédé fuivant. On fait bouillir dans un grand pot de terre, une livre d'huile de lin cuite auparavant fur la litharge; on fait fondre en même-temps, dans un pot de terre féparé, une livre de réfine copale bien pulvérifé; quand elle eft fondue on la verfe peu-à-peu dans l'huile, & on agite le mélange. Si l'huile n'eft pas affez chaude, la réfine fe plotonne, & ne peut plus être rediffoute. Quand le tout eft bien mêlé, qu'il commence à refroidir, on y ajoute demi-livre d'huile effentielle de térébenthine : on fait chauffer d'autre part une livre de la même huile, on y jette une demi-livre de bonne glu, & on agite pour aider la diffolution. Ces deux liqueurs étant mêlées, on les paffes toutes chaudes par un linge ferré, & le vernis eft préparé. Avant de fe fervir de ce mélange, il faut le laiffer repofer pendant quelques jours, afin de laiffer précipiter au fond du vafe les parties qui n'auroient pas été complettement diffoutes. Tel eft le vernis employé pour l'aéroftat de Dijon, & qui fut jugé par tous ceux qui en ont vu des échantillons, d'une qualité au moins égale à tout ce qui avoit été fait précédemment.

Le gaz inflammable s'altère, lorfqu'il eft renfermé dans des enveloppes graffes & réfineufes : l'expérience ne permet pas d'en douter. M. Prieftley avoit d'abord remarqué que ce gaz agité dans l'huile de térébenthine étoit moins inflammable. M. de Morveau a prouvé que ce gaz exerce une vraie action de diffolution fur les matières graffes, telles que les huiles, les réfines, &c.; l'obfervation fuivante femble le prouver. Du gaz inflammable, tiré du zinc & lavé dans l'eau, & enfermé pendant 17 jours dans un petit ballon de baudruche, fut fi fort altéré qu'il ne fut pas poffible de le faire détonner en le mêlant à l'air commun, ni même de l'allumer. Lorfqu'on le fit paffer dans l'eau de chaux, il parut la troubler un peu.

Cette altération du gaz eft encore augmentée par la chaleur que peuvent recevoir les enveloppes vernies dans certaines circonftances.

Le filet, deftiné à porter le cercle horifontal & tout ce dont il eft chargé, mérite une attention particulière, puifque la fûreté même des voyageurs en dépend. On l'a d'abord fait avec des cordes; mais dans ce cas, il eft fujet à couper le taffetas & à rayer le vernis. Il vaut mieux le conftruire, comme celui de l'académie de Dijon, avec des treffes ou rubans de fil tors de Rouen, de 16 lignes de largeur, les mailles portant 20 pouces quarrés, c'eft-à-dire, d'un nœud à l'autre, toutes réunies à la partie fupérieure par un ruban pareil, coufu fur une pièce de forte toile de deux pieds de diamètre, renforcée par plufieurs autres rubans croifés & piqués deffus.

Le cercle horifontal peut être formé de plufieurs grands cercles de frêne, tels que ceux qu'on emploie à relier les cuves; l'écorce enlevée, on les dreffera fur toutes les faces, fans altérer le fil du bois. On courbera enfuite en fens contraire les quatre bouts, en les trempant dans l'eau bouillante, pour les difpofer à s'appliquer exactement fur deux taffeaux de bois de tilleul, qui feront faillie à l'avant & à l'arrière : on les fixera après fur ces taffeaux par une broche de fer à écrou, & cette partie fera redoublée par une portion de cercle pareil, collé & ficelé dans toute la longueur. Il eft très-important de choifir pour ce cercle du bois de fil & fans nœuds, & dans le cas où on n'en pourroit trouver, de recouvrir les nœuds des deux côtés avec des lames de baleine, collées & ficelées. S'il ne s'agiffoi que d'affurer la fufpenfion de la gondole, ce cercle pourroit être beaucoup plus léger, parce que en prenant la précaution de diftribuer les cordes de manière que le nœud coulant paffe

en même-temps sur les attaches du filet, on ne courroit aucun risque, même dans les cas où il viendroit à se casser.

La gondole de l'aérostat de Dijon étoit suspendue à 26 pieds du cercle horisontal, ou 14 pieds du ballon, par 14 cordeaux; savoir, deux à chaque bout contre les montans, deux de chaque côté, & les six autres distribués sur la longueur. Tous ces cordeaux, noués l'un à l'autre dans les endroits où ils se croisoient sur le fond, étoient encore entretenus par deux autres cordeaux également noués avec eux, tournant autour de la gondole, l'un à la hauteur de l'appui de la balustrade, l'autre à 1 pied plus bas, & les huits cordeaux des angles étoient fortement attachés deux à deux aux quatre pieds corniers de la balustrade, avec un ruban de fil. Au moyen de cette disposition des cordes, il n'y a pas à craindre que la gondole puisse chavirer, quelqu'impulsion qu'elle reçoive.

On doit aussi se ménager l'avantage de pouvoir retendre de la gondole les cordes qui pourroient se relâcher, en plaçant à la portée de la main les boucles des cordes du cercle horisontal, dans lesquelles celles-ci doivent passer; de sorte qu'en tirant sur ces boucles, il est facile de les ramener au point de tension nécessaire pour que la charge soit également répartie.

On obtient du gaz inflammable, du fer, du zinc, du cuivre, de l'étain, du plomb, sur lesquels on verse de l'acide vitriolique & de l'acide marin. M. Priestley a obtenu le gaz inflammable du fer, de l'étain, & du zinc, par la seule calcination; il en a dégagé d'un mélange de limaille de fer & de craie, par la voie sèche. M. de Lassone en a recueilli pendant la réduction du zinc par le charbon, & en traitant de même le bleu de prusse avec le charbon dans un canon de fusil; il a encore produit ce gaz en faisant attaquer le zinc ou le fer par l'alkali caustique. Les charbons éteints sous une cloche de verre remplie d'eau, ont donné du gaz inflammable à M. Fontana. MM. Rouelle & Meyer ont reconnu l'inflammabilité de la vapeur de l'hépar-salin. Mais dans tous ces procédés, où les produits sont foibles, où les matières sont d'un trop haut prix; c'est pourquoi on tourna ensuite les recherches sur les gaz inflammables dégagés par la distillation des matières végétales & animales.

On peut tirer du gaz inflammable du charbon de terre, ainsi que l'ont fait dès le mois d'octobre 1783 MM. Thysbaert, Minkelers, & Van-Boccante, à Louvain; mais ce gaz n'étoit que quatre fois plus léger que l'air ordinaire. Ils l'obtinrent en renfermant de la poudre de charbon de terre dans plusieurs canons de fusil.

M. de Morveau a essayé de tirer du gaz inflammable des pommes de terre dans des cornues de fer qu'on poussoit à grand feu, & le gaz se dégageoit; mais l'eau de végétation éprouvoit probablement un trop fort degré de dilatation, mettoit les cornues à une rude épreuve, aussi ne résistèrent-elles pas assez long-temps pour suffire à l'opération. Cependant le gaz qu'on avoit obtenu par-là étoit bon. Il en a retiré du maïs, du bled, de la gomme arabique, du sucre brut, du tartre, de l'huile, de la corne, du bois, des marons d'inde, du suif, &c.; mais le gaz inflammable, obtenu de ces diverses substances, étoit en trop petite quantité, ou n'étoit pas assez pur pour servir à des aérostats. Celui de la pomme de terre est près de quatre fois plus léger que l'air commun, & l'emporte de beaucoup à cet égard sur tous les autres gaz inflammable produits par la distillation. Le gaz inflammable de la pomme de terre est assez économique, puisqu'un pied cube de pomme de terre, qui se vend ordinairement 30 à 35 sous, fournit, en moins d'une heure & demie, plus de 160 pieds cubes de ce gaz bien purifié. (*Voyez la description de l'aérostat de l'Académie de Dijon.*)

Le gaz inflammable des marais n'est pas assez bon pour être employé aux aérostats: d'ailleurs il seroit très-embarrassant de s'en procurer une grande quantité.

Mais après beaucoup d'épreuves on a été forcé de revenir aux procédés ordinaires pour obtenir du gaz inflammable. Le gaz dégagé du fer par l'acide vitriolique, est ordinairement 6 fois plus léger que l'air qu'il déplace, lorsque l'opération a été bien conduite. Le gaz tiré du zinc par l'acide vitriolique, est plus cher que le précédent, mais aussi il est bien plus léger. On peut estimer son poids dans les opérations en grand au douzième de l'air qu'il déplace.

M. Cavendish a observé qu'une once de fer (poids de Troy) donnoit un volume de gaz inflammable égal à 412 onces d'eau, pendant sa dissolution dans les acides; & dans cette proportion, une livre de fer, poids de France, doit donner 98,432 pouces cubes, c'est-à-dire, cinq pieds cubes & un peu plus de $\frac{2}{3}$.

MM. les Académiciens de Dijon ont trouvé, par un résultat moyen, qu'une livre d'acide vitriolique (à 66 degrés) affoibli de trois parties d'eau, prenoit 10 onces 3 gros 66 grains & demi de fer en lames, & donnoit 6,034 pouces cubes, ou 3 pieds cubes & demi moins 14 pouces cubes de gaz inflammable. Ils ont encore observé qu'en employant le même fer & le même acide vitriolique délayé, la dissolution, aidée de la chaleur d'un bain de sable très-doux, donnoit, dans un temps égal, une fois plus de gaz que la dissolution à froid.

La limaille de fer qu'on emploie doit être pure, sans rouille; il faut la passer au tamis pour en séparer les substances étrangères; le mieux est encore de la purifier par le moyen de l'aimant, en ne prenant que celle que l'aimant a enlevée. On a préféré ensuite de petites lames de fer minces, connues sous le nom de Riblon, & qui viennent des rognures de tôle. S'il se trouve des lames rouillées, on les met à part pour le faire décaper dans des eaux acides avant que de les employer.

L'acide vitriolique de bonne qualité ne coûte que 10 sous la livre à la manufacture de javelle, près de Paris; celui de Rouen, de la manufacture de M. Holker, est aussi d'une bonne qualité.

On mêle cet acide vitriolique avec de l'eau pure dans le rapport d'une partie avec quatre parties d'eau; il est bon de faire cette mixtion avec précaution dans des vases de grès ou de faïence, en ayant attention de mêler d'abord les deux liqueurs à petite dose, à cause de la chaleur excessive qui en résulte, & qui occasionneroit la rupture des vaisseaux.

Pour obtenir l'air inflammable le plus léger, on le fait passer à travers l'eau, comme on le pratique dans les appareils hydro-pneumatique. On peut, lorsqu'on opère en grand, disposer un tonneau en forme d'appareil hydro-pneumatique, en le plaçant sur un de ses fonds, & en ne prenant que la moitié du fond supérieur, qu'on fixera à environ 2 pouces & demi du bord, ce qui formera une tablette qu'on aura eu soin de percer pour y mettre un entonnoir. On fera construire une cloche ou récipient, non en verre, mais en fer blanc, peint à l'huile, de 2 pieds & demi de diamètre sur 3 & demi de hauteur, surmontée dans le haut d'un robinet en cuivre, placé verticalement, & disposé de manière à être ouvert ou fermé à volonté. Ce robinet doit avoir une alonge propre à être vissée sur un second robinet adhérent à l'ouverture du ballon, & cette partie du ballon doit être un peu prolongée & faite en entonnoir.

Pour compléter l'appareil, on aura une espèce de bouteille en plomb, d'un pied de diamètre sur 2 pieds 6 pouces de hauteur, à double goulot, dont l'un, d'un pouce au moins de diamètre, servira pour introduire la limaille de fer & l'acide, & sera fermée ensuite avec un bouchon de liége; & l'autre sera adhérent & soudé à un long tube en plomb recourbé & disposé de manière à pouvoir être placé facilement sous l'entonnoir de la tablette.

Ces trois principales pièces ainsi préparées, & la cuve hydro-pneumatique ou tonneau étant plein d'eau, l'on y enfoncera la cloche ou récipient en fer blanc; en ayant soin d'ouvrir auparavant le robinet, afin que la cloche, en se vidant d'air, se remplisse d'eau avec facilité; l'opération faite, on fermera le robinet, & on placera la cloche sur la tablette dans la partie correspondante au trou de l'entonnoir. Ensuite on mettra dans la bouteille en plomb environ deux livres de limaille de fer, sur lesquelles on versera de l'acide vitriolique, affoibli par l'eau, de manière qu'il y en ait assez pour que la limaille soit entièrement couverte par ce liquide. On remuera très-promptement la mixtion dans la bouteille de plomb, avec une longue spatule en fer, la bouteille sera sur le champ rebouchée; & le gaz qui se dégagera avec impétuosité, parviendra par le tube dans le récipient, où il déplacera l'eau. Dès qu'on s'appercevra que la cloche est pleine, ce qu'on reconnoîtra aux premières bulles d'air qui sortiront sous l'eau du récipient, l'on ouvrira le robinet de la cloche & celui du ballon qu'on suppose vissé & suspendu au-dessus de l'appareil, & le gaz, lorsqu'on enfoncera la cloche dans l'eau, passera dans le ballon. L'eau qui remplira de nouveau la cloche, sera déplacé à son tour par le gaz inflammable. L'on enfoncera encore le récipient dans l'eau, & en continuant cette manœuvre, l'on se procurera une bonne provision de gaz inflammable pur.

Il faut avoir soin, continue M. Faujas, lorsqu'on s'apercevra que l'effervescence continue de jeter de la nouvelle limaille & de l'acide dans la bouteille, & d'intervalle en intervalle de l'acide un peu plus fort, c'est-à-dire, affoibli simplement par deux portions d'eau. Mais comme à force de jeter de la limaille & de l'acide vitriolique dans la bouteille, elle se rempliroit, ce qu'il faut éviter, parce qu'alors l'acide monteroit lui-même en entraînant de la limaille; il sera nécessaire, lorsqu'on aura besoin d'une grande quantité de gaz, de se procurer deux bouteilles en plomb, parce que l'on aura la facilité par là de les substituer l'une à l'autre, & de nétoyer la première pendant que la seconde fournira du gaz. L'on aura attention, lorsqu'on changera ainsi de bouteille, de fermer le robinet du ballon.

On peut mesurer la force d'ascension d'une machine aérostatique par le moyen d'une romaine, plus facilement encore par celui d'une romaine à cadran. Les cordes destinées à suspendre la gondole seront nouées ensemble sous le ballon; on y passera le crochet de la romaine, fixée à terre par le crochet opposé tirant sur une corde tendue & attachée à deux forts piquets. Au nombre de livres que la romaine marquera, on ajoutera son propre poids, & la force totale d'ascension sera la somme de ces deux nombres.

TABLEAU COMPARATIF

Des principales dimenſions des machines aéroſtatiques à air inflammable, avec diverſes enveloppes, & des poids qu'elles peuvent enlever, en ſuppoſant l'air inflammable dans le rapport de 1 à 8.

OBSERVATIONS.

Ces calculs ſont faits pour trois eſpèces d'enveloppes; ſavoir, de peau de chèvre peſant quatre onces le pied quarré; de peau de mouton peſant deux onces $\frac{2}{3}$ le pied quarré; & de taffetas enduit peſant $\frac{3}{4}$ d'once le pied quarré: il faudra déduire du poids de l'équilibre, celui de tous qui ſera ajouté à l'étoffe des machines.

Diamètres.	Superficies.	Solides.	Force en peau de chèvre.	En peau de mouton.	En taffetas enduit.
Pieds.	*Pieds.*	*Pieds.*	*Livres.*	*Livres.*	*Livres.*
5	78 $\frac{4}{7}$	65 $\frac{10}{21}$	. . . . .	. . . . .	1 $\frac{1}{8}$
8	201 $\frac{1}{8}$	268 $\frac{11}{21}$	. . . . .	. . . . .	11
10	314 $\frac{2}{7}$	523 $\frac{17}{21}$	. . . . .	. . . . .	24 $\frac{1}{32}$
12	452 $\frac{4}{7}$	905 $\frac{1}{7}$	. . . . .	. . . . .	49
14	616	1,437 $\frac{1}{3}$	. . . . .	4	82
16	804 $\frac{4}{7}$	2,145 $\frac{11}{21}$	. . . . .	25	128
18	1,018 $\frac{2}{7}$	3,054 $\frac{6}{7}$	. . . . .	50	196
20	1,257 $\frac{1}{7}$	4,190 $\frac{10}{21}$	. . . . .	101	265
22	1,521 $\frac{1}{7}$	5,577 $\frac{11}{21}$	33	160	342
24	1,810 $\frac{2}{7}$	7,241 $\frac{1}{7}$	83	234	451
26	2,124 $\frac{4}{7}$	9,206 [illegible]/7	150	327	582
28	2,464	11,498 $\frac{2}{5}$	230	441	730
30	2,828 $\frac{4}{7}$	14,142 $\frac{6}{7}$	340	576	916
35	3,850	22,458 $\frac{1}{3}$	700	1,101	1,482
40	5,028 $\frac{4}{7}$	33,723 $\frac{17}{21}$	1,240	1,659	2,261
45	6,364 $\frac{2}{7}$	47,732 $\frac{1}{7}$	1,944	2,474	3,236
50	7,857 $\frac{1}{7}$	65,476 $\frac{11}{21}$	2,884	3,539	4,480
60	11,313 $\frac{1}{7}$	113,142 $\frac{5}{7}$	5,550	6,493	7,973
70	15,400	179,666 $\frac{1}{3}$	9,455	10,738	12,583
80	20,114 $\frac{2}{7}$	268,191 $\frac{1}{7}$	14,850	16,526	18,936
90	25,457 $\frac{1}{7}$	381,857 $\frac{1}{7}$	21,914	24,048	27,085
100	31,428 $\frac{4}{7}$	523,809 $\frac{11}{23}$	30,934	33,553	37,943
125	49,107 $\frac{1}{7}$	1,023,065 $\frac{10}{21}$	63,487	67,579	73,462
150	70,714 $\frac{2}{7}$	1,767,857 $\frac{1}{7}$	113,242	119,135	127,605
175	96,250	2,807,291 $\frac{2}{3}$	183,834	191,855	203,385
200	125,714 $\frac{2}{7}$	4,190,476 $\frac{4}{21}$	278,901	289,377	304,437

EQUILIBRE des machines en toile, remplies ſuivant les procédés de MM. de Montgolfier, en ſuppoſant l'air qui y eſt contenu moitié moins peſant que l'air atmoſphérique, & le poids de l'enveloppe à deux onces par pied quarré.

Diamètres.	20 pieds ſupporteroient	20 livres.
	22	46
	24	80
	26	128
	28	178
	30	245
	35	469
	40	794
	45	1,224
	50	1,788
	60	3,373
	70	5,678
	80	8,835
	90	12,977
	100	18,238
	125	37,162
	150	66,097
	175	106,766
	200	155,357

Si l'on déſiroit de connoître le prix d'un globe de trente pieds de diamètre, ainſi que le poids qu'il pourroit ſupporter, pour reſter en équilibre avec l'air atmoſphérique à vingt-huit pouces, on feroit le tableau ſuivant, donné par M. Pilatre

Circonférence	94 *pieds* 3 *pouces.*		
Superficie	2827 *pieds carrés.*		
Solidité	14,137 *pieds cubes.*		
Le pied cube d'air déplacé, pesant 10 gros, lorsque le baromètre est à 28 pouces, fournit en légèreté	1104 *livres* 7 *onces* 2 *gr.*		
Dont il faut d'abord déduire le poids de 339 aunes de taffetas vernis, à 6 onces l'aune	127	2	
Reste en légèreté	977	5	4
En défalquant encore, pour les sangles, cordons, soies & robinet	25		
Reste en légèreté	952	5	2
Enfin, si on suppose le globe plein de gaz, quoique les $\frac{3}{4}$ suffisent, & en évaluant à près d'un sixième du poids de l'air commun déplacé, on soustraira encore de l'excès de légèreté	184	1	$1\frac{1}{2}$
Il restera donc de légèreté	768	4	$0\frac{1}{2}$

Prix des matières.

Trois cent neuf aunes de taffetas $\frac{5}{8}$ gomé à la copale, à double couche, faisant le vide comme la vessie, à raison de 10 liv. l'aune	3390 *livres.*		
Cinq aunes pour les coutures	50		
14,137 pieds cubes de gaz tiré du fer, à 6 sous 3 deniers le pied cube	4417 *liv.*	16 *sous*	6 *den.*
Total du prix de la machine	7857 *liv.*	16 *sous*	6 *den.*
Si on employoit le gaz retiré du zinc, le globe pourroit supporter 78 livres de plus; mais il couteroit alors 4124 liv. 13 sous de plus que le précédent globe; ce qui feroit en tout	11,982 *livres*	9 *sous*	6 *den.*
Malgré les soins qu'on pourroit apporter à l'exécution d'un globe de cette espèce, il perdroit chaque jour au moins 6 livres de gaze, ce qui feroit une somme de 452 pieds cubes $\frac{56}{432}$ à 6 sous 3 den. le pied cube en argent	141	15	3

Les droits imposés à Paris augmentent les prix, ci-dessus indiqués, d'un sixième.

Nota. Quelques-uns des calculs précédens sont fondés sur les évaluations suivantes.

1°. Six onces d'acide vitriolique, à 66 degrés, coutent . . .	4 *sous.*	3 *den.*
Quatre onces de limaille de fer extrait à l'aimant	1 *sous.*	
Dix huit onces d'eau distillée, & menus frais	1 *sous.*	
Ces trois matières mêlées ont fourni un pied cube de gaz, dont le poids étoit à celui de l'air atmosphérique dans le rapport de 7 à 43. La dissolution ayant été aidée par la chaleur, a été complette dans 1 $\frac{1}{4}$ d'heure; le prix du pied cube a donc couté à Javelle	6 *sous*	3 *den.*
2°. Six onces de limaille de zinc	5	
Six onces d'acide marin très-concentré	7	6 *den.*
Seize onces d'eaux distillée, &c.	1	
mêlés ensemble, ont produit un pied cube de gaz, dont le poids est à celui de l'air atmosphérique comme 5 est à 53. La saturation ayant été aidée par la chaleur, a été parfaite dans $\frac{1}{4}$ d'heure. Ce pied cube de gaz inflammable, très-léger, a par conséquent couté à la manufacture	13	6

M. le comte de Milly frappé du danger qu'on court avec des aérostats, a cherché à les en garantir. On ne peut, selon lui, penser sans frissonner que le feu de paille qu'on est obligé d'employer, peut détruire dans un instant la machine, lorsqu'on emploie l'air dilaté pour l'élever & la maintenir dans les airs; & si on a recours à l'air inflammable, il croit qu'il seroit très-dangereux qu'un aérostat, rempli d'air inflammable, passât à portée d'un éclair qui s'élanceroit d'une nuée, la déperdition de l'air inflammable que fait un ballon devant former une atmosphère autour du ballon. Nous verrons bientôt ce qu'il faut penser de cette idée.

Persuadé que le feu est le principe de toute volatilité, que l'eau même se vaporise par le feu, & devient plus légère que l'air, que tous les gaz possibles qui se soutiennent dans l'air, n'ont acquis une légéreté spécifique plus grande que ce fluide que par la présence du feu, &c. il a présumé que toutes les substances évaporisables seroient très-propres à enlever des ballons aérostatiques, si on pouvoit aisément leur donner & entretenir le degré de feu convenable, pour les maintenir dans l'état de vapeurs. L'alkali volatil lui a paru la substance la plus convenable par sa volatilité naturelle; mais comme il se condense avec facilité, il a proposé, pour y remédier, l'emploi de plusieurs lampions à mèches, nombreuses & très-grosses, qui produiroient une grande chaleur, en les alimentant avec de l'esprit-de-vin, de l'huile ordinaire ou distillée sur la chaux, ce qui rend l'huile grasse si éthérée, qu'elle se dissout entièrement dans l'esprit de vin, à la manière des huiles essentielles. Les lampions doivent être des parallélogrammes, avec des couvercles à charnières qui serviroient à les éteindre à volonté, lorsque le cas le requerroit. Ces lampions seroient fixés sur la table en les faisant glisser dans des coulisses qu'on y pratiqueroit avec des bandes de fer blanc ou de tôle; & les couvercles à charnières des lampions se régiroient par le moyen de petites baguettes de fer qu'on y adapteroit, & qui sortiroit dehors du cylindre de toile, dans l'intérieur duquel seroient placés la table & les lampions.

Afin d'accélérer l'opération aérostatique & gonfler le ballon en peu de temps, on pourroit se servir de paille; & lorsqu'il seroit prêt à s'élever on placeroit l'appareil des lampions. L'esprit-de-vin ne donneroit aucune fumée, & fourniroit beaucoup de chaleur; mais il seroit un peu dispendieux; l'huile seroit à meilleur marché, & l'on pourroit empêcher la fumée, soit par le moyen des mèches économiques, soit par celui des lampes à courant d'air. Les avantages de ces lampions s'apperçoivent facilement; le feu est constamment le même, sans qu'on soit obligé de l'alimenter à chaque instant; on peut, par le moyen de réservoirs communiquans qui rempliroit les lampions à mesure que l'huile se consumeroit, s'affranchir de tout soin pour alimenter le feu, & de toute inquiétude sur l'incendie des provisions combustibles, & même sur celle du ballon, parce que le feu des lampes ne donne pas, comme celui de la paille, des flammèches dangereuses. De plus on peut être maître de sa marche & de son ascension, en allumant plus ou moins de mèches, suivant qu'on voudroit monter ou descendre.

Les expériences faites chez madame la comtesse de Sabran par MM. Faujas & de Bullion ont prouvé la vérité de cette théorie; car dans la première on a enlevé un ballon de 22 pieds de diamètre avec de l'huile & trois mèches de papier plus grosses qu'il ne falloit, puisqu'il partit avec une force à laquelle on ne s'attendoit pas, qui rompit les cordes, & déchira le ballon. M. de Bullion a rendu compte à l'Académie, le 17 janvier 1784, de ses expériences aérostatiques avec une lampe alimentée par l'esprit-de-vin, qui toutes ont eu beaucoup de succès.

Dans ces sortes d'opérations on doit se proposer pour but de chercher les moyens d'augmenter l'intensité de la chaleur & la vivacité de la flamme, sans produire de la fumée que le moins possible, car c'est de la chaleur seule qu'on doit obtenir les effets aérostatiques les plus prodigieux, & la fumée refroidie pèse beaucoup plus que l'air atmosphérique, dans lequel elle nage, tandis qu'elle est chaude. Or pour cet effet il faut faire passer un courant d'air dans le milieu de la mèche, puisqu'il y animera la flamme, comme le prouve l'effet du chalumeau d'émailleur, du soufflet, & de l'air dans les fourneaux à vent, qui fournissent sans cesse un nouvel air vital, une des parties constituantes de l'air de l'atmosphère. Ce courant joint à l'air qui entoure extérieurement la mèche, & qui se renouvelle sans cesse par la chaleur qui le raréfie, doit augmenter l'intensité du feu. En effet, ces deux actions réunies du même agent, produiront nécessairement une flamme si vive & si active, que la chaleur sera très-grande, & consumera toutes les fuliginosités; par conséquent il n'y aura aucune fumée. Telles sont les lampes à courant d'air & à cheminée de verre, aujourd'hui si connues.

IV°. Des différentes espèces de globes aérostatiques. Il y a deux principales espèces d'aérostats; ceux qui sont remplis d'air raréfié par la chaleur; & ceux qui contiennent du gaz inflammable (gaz hydrogène). On en a déjà traité avec une étendue suffisante. Mais il est à propos de dire quelques mots sur diverses espèces de constructions particulières qui ont été imaginées, & dont plusieurs ont des avantages qui méritent l'attention.

On a proposé de former un ballon aérostatique vide, comme un récipient placé sur une machine pneumatique dont on auroit pompé l'air. Ce ballon sphérique seroit construit de plaques de tôle, recouvertes d'une peinture à l'huile afin d'éviter la rouille en dehors & en dedans; on pourroit substituer à la tôle du fer blanc ou du cuivre laminé. Pour éviter les effets de la compression de l'air, après qu'on auroit fait le vide, on auroit soin, en construisant cet aérostat, d'introduire dans le ballon, comme centre de la sphère, une boule creuse & forte, & de faire partir de cette boule une infinité de rayons, composés de tuyaux de tôle ou de fer blanc, non fermés dans leur longueur; un bout seroit appuyé sur la petite boule, & l'autre boule s'adapteroit à la circonférence intérieure du globe. Ces rayons seroient dirigés proportionellement à la surface; si le globe étoit fort gros, on placeroit un rayon de quinze en quinze degrés de la circonférence, sur tous les sens; s'il avoit un plus petit diamètre, la distance entre les rayons seroit d'un plus grand nombre de degrés. Ces tuyaux sont préférables à des barres de fer, parce qu'ils ont l'avantage de moins peser & d'apporter la même résistance, s'ils sont bien droits & faits avec soin.

Le moyen suivant peut servir à diminuer la multiplicité de ces rayons, & conséquemment la pesanteur qui en résulte. On formeroit la carcasse de l'aérostat comme la sphère armillaire, où les méridiens sont traversés par l'équateur, les tropiques & les cercles polaires; & cet aérostat seroit composé de barreaux de fer méplats, qui seroient contournés sur leurs côtés le plus étroit; de plus on les soutiendroit en faisant traverser cette carcasse par quelques diamètres en plusieurs sens; sur cette carcasse on établiroit les bandes de tole, de fer-blanc ou de cuivre laminé, & le ballon seroit achevé; les bandes se réunissant à l'un & l'autre pôles, comme les méridiens de la sphère, on ménageroit une ouverture à chacun de ces pôles; celle du pôle qui regarderoit le zénith, ne seroit fermée que par un clapet, qu'on pourroit lever ou baisser à volonté, mais fait avec tant de soins, qu'il ne pût nuire au vide quand on le feroit dans le ballon. A l'ouverture inférieure seroit adapté un corps de pompe semblable à celui des anciennes machines pneumatiques, avec un piston à étrier. Si l'aéronaute élevé dans l'atmosphère, veut s'élever plus haut que la couche d'air où il est supposé être, il fera jouer de nouveau la pompe pneumatique; s'il veut redescendre, il laissera rentrer une partie de l'air.

Ce projet de ballon est de l'auteur de l'essai sur l'art du vol aérien; il n'est pas impossible physiquement d'exécuter un aérostat en métal, mais l'exécution en est d'une difficulté si grande, que dans la pratique on doit le regarder comme impossible. Quel temps d'ailleurs ne faudroit-il pas pour le vider d'air! On en sera convaincu en comparant la capacité de ce vaste & énorme ballon, avec celle des plus grands corps de pompe pneumatique connus. On peut dans la réalité ne regarder cette idée que comme un jeu de l'imagination.

D'autres personnes ont eu aussi le projet de faire des aérostats en métal & de les remplir de gaz; & il seroit trop long de faire mention des diverses idées qui ont été publiées à ce sujet. On ne peut nier qu'un aérostat métallique n'ait des avantages particuliers, celui d'être plus durable, de conserver constamment sa force ascensionnelle, ne faisant aucune déperdition, &c. Mais les grandes dépenses nécessaires pour sa construction, les grandes & nombreuses difficultés de l'exécution le laisseront toujours dans la classe des projets romanesques.

Si on vouloit construire des aérostats en métal & à air raréfié, les difficultés de construction seroient d'abord les mêmes, & de plus elles augmenteroient à cause des dimensions plus grandes qu'on seroit obligé de leur donner. Supposons que des feuilles de laiton laminées à un huitième de ligne, présentent assez de solidité, un pied carré de ces feuilles pèse communément de 66 à 67 gros; ce qui donne pour un globe de 50 pieds de diamètre seulement, un poids total de près de 4000 livres, sans compter les recouvremens, les soudures, & les renforcemens indispensables. Or, un globe de ce diamètre déplaçant environ 5600 liv. d'air commun, il s'en faudroit 1200 livres qu'il ne pût se soutenir seul en l'air, étant supposé plein d'air dilaté, même en admettant que l'on pût y entretenir une dilatation capable de diminuer de moitié l'air atmosphérique. Un pareil globe rempli de gaz inflammable, qui fût seulement dans le rapport de pesanteur avec l'air commun, comme 1 est à 6, jouiroit déjà d'une légèreté respective de 667 livres. Si on employoit du gaz tiré du zinc, qui peut être estimé moyennement dans le rapport de pesanteur avec l'air commun, comme 1 est à 12, ce globe, de cinquante pieds, auroit une force d'ascension de 1133 livres.

Dom Gauthey a eu une idée ingénieuse sur la construction des doubles ballons. Comme il pourroit peut-être arriver qu'on trouvât un jour quelque matière solide & sans souplesse qui seroit préférable au cuir même pour la construction des machines aérostatiques, & qu'il seroit impossible de les tordre ou de les comprimer pour en faire sortir l'air commun qu'elles contiendroient, avant de les remplir du gaz dont on voudroit les animer, ce physicien a proposé d'introduire dans le ballon inflexible un autre ballon d'un volume égal & d'une étoffe très-mince & très-souple, telle que seroit du taffetas gommé, & qui seroit bien tordu, & conséquemment bien privé d'air. Il veut ensuite qu'après avoir fait un petit trou au ballon extérieur,

ou y avoir posé un petit robinet qu'on laissera ouvert pour en laisser échapper l'air, on lie fortement les deux ballons au robinet, par lequel on introduira le gaz dans le ballon intérieur & flexible; de cette manière, le gaz, en remplissant & en gonflant ce second ballon, obligera tout l'air contenu dans l'autre à s'échapper par l'ouverture qu'on y aura faite à ce dessein; le ballon intérieur étant d'un volume égal à celui du premier ballon, celui-ci se trouvera entièrement rempli de gaz, & tout à fait privé d'air atmosphérique; & bouchant ensuite le petit trou, ou fermant le petit robinet, on aura un ballon solide, exactement rempli de gaz, & privé de l'air commun qu'il contenoit.

Un autre moyen de remplir de gaz inflammable un globe inflexible, dont il ne seroit pas possible d'exprimer l'air commun par les procédés ordinaires, consiste à revêtir le globe d'une charpente solide, de le remplir d'eau par une ouverture pratiquée à la partie supérieure, que l'on fermeroit ensuite, & d'introduire les syphons par une ouverture inférieure plongée dans une grande cuve. Mais on doit observer qu'il faudroit une très-grande force de charpente nécessaire pour rendre un globe pareil capable de porter 4,480,000 pieds d'eau, qu'il contiendroit à 40 pieds de diamètre : ce qui en rendroit l'exécution aussi difficile que dispendieuse.

On pourroit encore prolonger jusqu'au sommet de l'aérostat, le tube qui conduit le gaz inflammable dans la capacité du globe aérostatique; alors le gaz inflammable, qui est plus léger, monteroit au haut de ce globe, à mesure que l'effervescence le dégageroit; ils s'y maintiendroit constamment, & refouleroit en bas proportionnellement l'air ordinaire contenu dans le globe; & cet air ordinaire sortiroit conséquemment par une ouverture pratiquée à la partie inférieure de l'aérostat, & d'un égal diamètre que celui du tube; en présentant à l'ouverture inférieure une bougie allumée, on saisiroit l'instant où il commenceroit à sortir du gaz inflammable, afin de boucher à temps; mais il faudroit prendre garde que par quelque défaut de manipulation, l'air atmosphérique ne rentrât pas : car le mélange prendroit feu à la bougie, & les vaisseaux seroient brisés avec explosion, ce qui arriva une fois, dans une expérience en petit, à M. de Morveau, l'air atmosphérique étant rentré dans un globe de verre. En suivant cette méthode, on a éprouvé que le gaz inflammable est environ six fois plus léger que l'air commun : on suppose ce gaz retiré du zinc.

Mais la première méthode de dom Gauthey est bien préférable à la seconde, & peut-être à la troisième, à cause des dangers qui, dans cette dernière, peuvent quelquefois arriver accidentellement, & à cause du peu de précision dans l'estimation de la pesanteur spécifique du gaz contenu dans l'aérostat, précision qu'il peut être nécessaire de connoître dans plusieurs occasions.

M. Meunier a proposé un moyen simple pour se soutenir à telle hauteur qu'on désirera, en comprimant plus ou moins le gaz renfermé dans l'aérostat. Pour cet effet, il forme l'aérostat d'une double enveloppe; le gaz inflammable remplit l'enveloppe intérieure; lorsqu'on veut comprimer cette masse de gaz, on fait passer, par le moyen d'un soufflet à soupape, de l'air atmosphérique entre les deux enveloppes, ce qui rend la machine plus pesante, & la force à descendre dans une couche inférieure de l'atmosphère. Si on se propose de remonter, on laisse sortir cet air atmosphérique; le gaz inflammable reprend alors son premier volume, & perd l'excès de densité qu'on lui avoit fait acquérir par la compression.

Cette matière étant très-intéressante, entrons dans quelque détail. Cet académicien lut à l'académie des Sciences, le 3 décembre 1783, un mémoire sur l'équilibre des machines aérostatiques, sur les différens moyens de les faire monter & descendre, & spécialement sur celui d'exécuter ces manœuvres, sans jeter de lest & sans perdre de gaz inflammable, en ménageant dans le ballon une capacité particulière, destinée à renfermer de l'air atmosphérique. Dans ce mémoire, cet habile physicien expose les principes sur lesquels est établi l'équilibre des aérostats à gaz inflammable dans l'atmosphère, & fait voir que les moyens employés jusqu'alors pour les faire monter & descendre, ne peuvent leur procurer la faculté de rester d'une manière fixe dans les couches de l'atmosphère, où on se proposeroit de les faire demeurer; il expose ensuite d'autres moyens, que nous allons indiquer, par le secours desquels, après avoir une fois déterminé la plus grande hauteur où l'on veut s'élever, on peut rester exactement dans telle couche qu'on voudra, descendre dans une autre, &, si l'on veut, y rester de même, remonter encore, &c.

Le moyen principal qu'on peut employer pour cet effet, & varier de différentes manières, consiste à comprimer dans le ballon de l'air atmosphérique; son poids augmentera alors sans que son volume change, & il sera par conséquent déterminé à descendre. En chassant cet air atmosphérique de la capacité du ballon, l'effet contraire aura lieu, & le ballon remontera. Dans ces cas la machine ne manœuvrera pas aux dépens de sa propre substance, & le milieu qui l'environne sera la cause unique de tous ses mouvemens, comme il étoit celle de son équilibre. Mais afin que cet air atmosphérique, introduit dans l'aérostat, en ressorte sans avoir contracté aucun mélange avec le gaz inflammable, il doit être contenu par cette raison dans une capacité particulière. Ce moyen est donc

propre à faire descendre & monter les machines aérostatiques, sans jeter de lest, & sans perdre d'air inflammable.

De quelque manière qu'un ballon soit construit, quelque soit sa forme, pourvu qu'il contienne deux capacités distinctes, dont l'une soit destinée à renfermer une quantité de gaz inflammable, toujours constante, & l'autre un volume variable d'air atmosphérique, il sera propre à tous les changemens de hauteur qu'il s'agissoit d'obtenir; il faut seulement que la somme des deux capacités fasse toujours un volume constant, & que les deux airs y soient soumis à une compression un peu plus forte que celle de l'air environnant. Il suffit alors pour que la machine monte, d'ouvrir une issue à l'air atmosphérique intérieur, par le moyen d'un simple robinet; la pression que cet air éprouve en détermine la sortie, le poids de la machine diminue, elle s'élève, & cette ascension dure autant que l'écoulement de l'air intérieur. Ainsi, dès que le robinet par lequel il s'échappoit sera fermé de nouveau, le ballon se fixera, & la densité de l'air environnant sera diminuée alors dans la proportion de la perte du poids que la machine aura faite.

On voit aisément que, pendant cette ascension, le ressort de l'air inflammable fait augmenter la capacité qui le renferme aux dépens de celle d'où l'air atmosphérique s'échappe, & qu'ainsi le terme de la hauteur que peut acquérir l'aérostat arrivera lorsque l'espace destinée à l'air atmosphérique étant réduit à rien, celui du gaz inflammable occupera la capacité entière du ballon. On voit de même que, pour déterminer la descente, il suffit d'introduire de l'air commun dans l'espace dont il s'agit, avec le soufflet le plus simple; de petites quantités d'air introduites ou évacuées, suffiront donc pour occasionner des changemens notables dans la position du mobile.

Mais quelle doit être la disposition de ces deux capacités destinées à loger deux airs différens? On peut séparer l'une de l'autre ces deux capacités par une sorte de diaphragme flexible, semblable pour la forme à une des moitiés de l'enveloppe du ballon; l'air inflammable occuperoit le dessus; lorsque l'air atmosphérique seroit entièrement évacué, ce diaphragme seroit exactement appliqué contre l'hémisphère intérieur; on pourroit encore loger l'air atmosphérique dans une espace renfermé lui-même tout entier dans un ballon qui contient le gaz inflammable, en employant pour cela un autre ballon moindre que le premier; l'air atmosphérique rempliroit totalement ce ballon intérieur, lorsque la machine seroit encore au point le plus bas de sa course; mais au point le plus haut, cet air étant totalement évacué, son enveloppe seroit tout à fait déprimée, & l'air inflammable occuperoit l'espace entier du ballon extérieur; la capacité du ballon intérieur ne doit donc pas être plus grande que ce dont le gaz inflammable devroit se dilater, par la plus haute ascension dont on voudroit rendre la machine susceptible; d'où il suit que cette méthode seroit la plus économique du côté de la quantité d'étoffe à employer, & du poids qui en résulte. Mais dans l'une & l'autre de ces dispositions, la compression intérieure devient une cause de plus pour la déperdition du gaz inflammable, déjà si difficile à contenir, & le succès de l'appareil dont il s'agit ici, dépend au contraire de la conservation la plus exacte de ce fluide léger.

Il seroit donc préférable de renfermer le ballon à gaz inflammable dans un autre, & de loger l'air atmosphérique dans l'intervalle des deux enveloppes; alors le gaz inflammable seroit environné de toutes parts. Cette méthode exige l'emploi d'une quantité d'étoffe plus grande que les deux premieres dont on vient de parler.

MM. Robert sont les premiers qui aient exécuté un ballon à double capacité, dont l'une propre à contenir le gaz inflammable, l'autre l'air atmosphérique : c'est celui qui fut construit à Saint-Cloud. Ce ballon étoit un solide formé d'une portion cylindrique de vingt pieds de longueur, entre deux demi-sphères de trente pieds de diamètre, ainsi que le cylindre; la capacité de ce ballon étoit, par conséquent, double de celle d'une sphère de trente pieds, c'est-à-dire, de 28,274 pieds cubes; le poids d'un pareil volume d'air atmosphérique, pris à la surface de la terre, devoit être conséquemment d'environ 2457 livres, à de légères variétés près, dépendantes de la température & de l'état du baromètre.

Dans ce ballon, la capacité qui contenoit l'air atmosphérique étoit renfermée toute entière dans le gaz inflammable; elle consistoit dans un ballon sphérique de 19 pieds de diamètre, placé au milieu de la longueur du ballon principal; la capacité de cette sphère de 19 pieds étoit de 3591 pieds cubes, & contenoit un poids de 312 livres d'air atmosphérique.

Le ballon intérieur portoit une appendice ou tuyau flexible, auquel on adaptoit un soufflet placé dans la galerie suspendue à la machine; l'air atmosphérique introduit à volonté dans le ballon intérieur, à l'aide de ce soufflet, y produit des augmentations successives de poids dont l'effet est de faire descendre l'aérostat, pour ainsi dire, pas à pas, à chaque coup de soufflet que donnent les navigateurs; quand ils permettent au contraire à ce même air atmosphérique de s'échapper par une issue susceptible d'être ouverte ou fermée à volonté, le ballon doit remonter par la diminution de son poids; & la durée de ces différens mouvemens étant déterminée par celle des manœuvres qu'on vient

de décrire, la poſition de la machine, dans le ſens vertical, ne pouvoit manquer d'être au choix de ceux qui la gouvernoient.

Ce ballon fut élevé à Saint-Cloud, mais n'eut pas le ſuccès qu'on s'en promettoit à cauſe de quelques accidens étrangers à la conſtruction. Les aéronautes qui le montoient ſe virent contraint, après être parvenu dans la région des nuages, de faire une large déchirure à l'enveloppe de cette machine, pour redeſcendre auſſi-tôt ſur la terre.

Pour faire des ballons en baudruche, on prend des bandes de cette peau qu'on nomme baudruche, qu'on coupera en loſanges ou mieux en fuſeau; on en trouve de 30 pouces de long ſur dix de large dans le milieu; on les colle enſuite par leurs bords avec de la colle de poiſſon. Pour réuſſir plus facilement dans cette opération, on commence d'abord à aſſujettir avec de la colle le centre & les extrémités de deux fuſeaux ou loſanges, & on colle après les intervalles; lorſqu'on les a collés ainſi de deux en deux & laiſſé ſécher, on les réunit ſucceſſivement; on a ſoin de réſerver à un des pôles de ce globe, une ouverture de quelques lignes de diamètre, en y adaptant une eſpèce de tuyau de baudruche de quelques pouces de long, pour aider à y introduire le gaz inflammable. (*Voyez* BAUDRUCHE).

Cela fait, il eſt à propos de le remplir d'abord d'air atmoſphérique avec un ſoufflet, pour éprouver s'il ne perd pas; s'il y a une déperdition, on y remédie par le moyen de la colle; s'il n'y en a pas, on le remplit de gaz inflammable, qu'on fait paſſer par l'eau, afin qu'il ſoit plus pur.

Il eſt néceſſaire de ne le pas trop remplir; car la dilatation que le gaz inflammable pourroit enſuite éprouver, feroit immanquablement déchirer la baudruche.

Sur la fin de l'année 1785 & en 1786, M. Enſlen, mécanicien de Straſbourg, fit, avec le plus grand ſuccès, l'eſſai de figures aéroſtatiques d'une conſtruction particulière. Il lança du fauxbourg Montmartre à Paris, une eſpèce de mannequin de femme, ou figure de nymphe de huit pieds & du poids de dix onces: elle étoit coëffée d'un ballon, & portoit une robe tranſparente couleur de feu. Il fit encore élever une figure de Pégaſe, monté par un Bellerophon, c'eſt-à-dire, un cheval aîlé, monté par un guerrier richement armé. Ces figures étoient deſſinées avec une perfection étonnante, les formes les plus agréables & les mieux prononcées, produiſoient une illuſion complette. Je n'ai rien vu de plus beau en ce genre: auſſi paſſerai-je ici ſous ſilence d'autres petites inventions de cette eſpèce.

Pour remplir les petits ballons en peau de *baudruche*, s'ils n'ont que dix à douze pouces de diamètre, il faut avoir du gaz inflammable nouveau dans des veſſies de cochon, garnies de leurs robinets; un petit tube cylindrique de cuivre viſſé ſur le robinet, donne la plus grande facilité de remplir ces veſſies; on les vide d'air atmoſphérique en les preſſant; on ferme le robinet, & l'on enfonce l'allonge dans un bouchon de liège, qui bouche un des goulots de la bouteille; l'on jette de la limaille & de l'acide dans la bouteille; on la bouche après avoir ouvert le robinet, & le gaz inflammable remplit auſſi-tôt la veſſie; avec deux de ces veſſies l'on a la proviſion de gaz néceſſaire pour faire enlever un ballon d'un pied de diamètre.

Si on n'a pas à ſa diſpoſition des veſſies à robinet, on peut y ſuppléer de la manière ſuivante moins parfaite que la précédente. Ayez un petit tube de verre de quatre lignes de diamètre environ, ſur trois pieds de longueur; ajuſtez à une des extrémités un bouchon de liège percé, dans lequel le tube entrera juſqu'au bord, où il ſera ſcellé avec du maſtic ou de la cire; ce bouchon, armé du tube, doit s'adapter dans l'ouverture d'une bouteille noire ordinaire, ou plus grande encore ſi la capacité du ballon l'exige; un ſecond petit bouchon percé ſervira à fermer l'autre extrémité du tube; & c'eſt ſur ce bouchon qu'on fera entrer le bout de plume adhérent au ballon en peau de baudruche.

Après on jettera deux ou trois onces de limaille de fer dans la bouteille; on y verſera de l'acide vitriolique affoibli par quatre parties d'eau; on bouchera avec le bouchon qui tient au tube, en plaçant le bout de plume adhérent au ballon, dans le petit trou du bouchon ſupérieur, & le gaz inflammable qui ſe dégagera de la bouteille, remplira très-promptement le ballon; on liera avec un peu de ſoie le ballon au-deſſus de la plume, ou même on laiſſera la plume dont on bouchera l'ouverture avec un très-petit bouchon qu'on aura préparé, & le petit aéroſtat partira dès qu'il ſera abandonné à lui-même.

Si le ballon a 20 à 25 pouces de diamètre, au lieu de bouteille on ſe ſervira d'une petite barrique de bois, dont le diſque ſupérieur ſeroit percé de deux ouvertures, l'une pour recevoir le bouchon & le tube qui auroit un plus grand diamètre, & l'autre pour recevoir la limaille & l'acide.

Pour empêcher que les aéroſtats quelconques à gaz inflammable n'éprouvent des ruptures, lorſqu'ils ſont à une certaine hauteur, on doit avoir ſoin de ne pas les remplir entièrement, ainſi qu'on l'a dit. Mais ſi on vouloit au contraire les remplir exactement, il faudroit dans ce cas y ajuſter une ſoupape à reſſort, par laquelle s'échapperoit néceſſairement le gaz qu'ils renfermeroient, quand il viendroit à ſe dilater au point de vaincre la réſiſtance du reſ-

fort de la ſoupape; mais il ſeroit néceſſaire en ce cas que cette réſiſtance fût moindre que celle de l'étoffe dont les aéroſtats ſeroient compoſés « Il eſt évident que par ce moyen le gaz renfermé dans un ballon ne pourroit le déchirer, puiſqu'il trouveroit une moindre réſiſtance dans le reſſort de la ſoupape, qu'il n'en éprouveroit de la part de l'étoffe, & il arriveroit alors que lorſqu'il ſeroit ſorti du ballon une aſſez grande quantité de gaz, pour que la force de celui qui y reſteroit ne fût pas ſupérieure à celle de l'air environnant, le reſſort de la ſoupape n'étant plus pouſſé en dehors par une force plus grande que celle de l'air extérieur, ſe rétabliroit de lui-même & refermeroit la ſoupape, & qu'ainſi la force expanſive du gaz ſeroit toujours à peu près en équilibre avec la force de l'air, à quelque hauteur que les aéroſtats fuſſent tranſportés ».

Si en rempliſſant exactement ces aéroſtats, on vouloit empêcher encore plus ſûrement qu'ils ne fuſſent déchirés par l'expanſion du gaz renfermé & en prévenir en même temps toute déperdition, on pourroit employer le moyen ſuivant, qu'on a propoſé dès les commencemens où l'on s'eſt occupé de l'art aéroſtatique. En attachant au-deſſus de l'aéroſtat rempli de gaz, & qu'on veut abandonner, un ballon d'une capacité à peu près égale, qu'on aura bien privé d'air atmoſphérique, & en établiſſant une communication libre entre les deux ballons ou aéroſtats au moyen d'un robinet ouvert, on ſera ſûr, dès que le reſſort du gaz contenu dans le ballon ſupérieur ſera plus fort que celui de l'air environnant, que le gaz paſſera tranquillement dans le ballon inférieur, & qu'il remontera enſuite, par ſa légereté, dans le ballon ſupérieur, auſſi-tôt que l'air environnant acquerra une plus grande force comprimante; de façon que la force du reſſort du gaz & celle de l'air, ſeront toujours dans un parfait équilibre, & que le ballon n'aura aucun effort à craindre de la part du gaz qu'il contient.

Tandis que M. Etienne de Montgolfier conſtruiſoit, à Paris, des globes aéroſtatiques, conformément à la méthode qu'il avoit ſuivie à Annonay, M. Joſeph de Montgolfier donnoit, à Lyon, un procédé ſimple d'en fabriquer, & un moyen ingénieux pour en alimenter le feu. Il les faiſoit conſtruire en papier; la forme étoit celle de deux pyramides quadrangulaires tronquées, réunies par leur baſe, qui avoit huit pieds de côté; les ſommets tronqués en avoient quatre, & l'axe commun huit, ce qui ne formoit qu'une capacité de 300 pieds cubes tout au plus; la réunion des baſes étoit aſſujettie par des languettes de bois de huit pieds de long, & l'ouverture inférieure par quatre de quatre pieds.

Quatre gros fils de fer, partant des quatre angles de l'ouverture inférieure, ſe réuniſſoient au milieu, pour y ſupporter un cylindre de fil de fer, d'un pied de long & ſix pouces de diamètre; après avoir chargé la machine par le moyen du feu, le cylindre fut rempli d'un rouleau de trente feuilles de papier imbibées d'une livre d'huile d'olive, auquel on mit le feu.

La machine, s'élevant avec rapidité, fut portée du côté de la ville. « Lorſqu'elle eut parcouru environ un quart de lieue dans cette direction, dit M. de Montgolfier, elle ſe trouva élevée à la hauteur des nuages, & fut chaſſée comme eux du côté du nord. Continuant à s'élever, elle obéit au vent d'eſt-ſud-eſt qui régnoit dans cette région; on la ſuivit quelque temps dans cette direction; mais ſon diamètre apparent étoit devenu ſi petit, qu'il échappoit à la vue des ſpectateurs; ceux qui avoient l'œil le plus perçant, la ſuivirent encore pendant quelques inſtans, juſqu'à ce qu'ils la perdiſſent entièrement, 22 minutes après ſon départ ».

M. Laudier éleva à Ratiſbonne, le 15 janvier 1784, ſeulement avec du feu de paille, un ballon en baudruche, de trois pieds de diamètre, qui peſoit 3 onces deux gros; le bas avoit une ouverture de 6 pouces, à laquelle étoit jointe une eſpèce de manche d'un pied de long, & du même diamètre que celui de l'ouverture.

Pour que la flamme n'approchât pas de la baudruche, il fit faire une caiſſe de bois de 2 pieds de hauteur, en forme de pyramide quadrangulaire tronquée, dont les côtés de la baſe avoient un pied & demi, & ceux du ſommet dix pouces; ce ſommet étoit percé d'une ouverture circulaire de ſix pouces de diamètre, qui emboitoit le bout du tuyau de terre cuite de cinq pouces de diamètre, ſur deux pieds & demi de longueur; ce tuyau entroit dans le manche du ballon, qui avoit été replié ſur lui-même pour en chaſſer l'air commun. A l'un des côtés de la caiſſe étoit une ouverture d'un pied en carré, afin de pouvoir y paſſer un réchaud d'environ dix pouces de diamètre ſur ſix de hauteur, dans lequel on alluma une petite poignée de brins de paille, & quelques flocons de laine: le tout brûlant d'une flamme vive, & ne donnant que tres-peu de fumée, on mit le réchaud dans la caiſſe, le ballon fut rempli en moins de 15 ſecondes, & s'échappa avec rapidité; le ballon reſta ſuſpendu au plafond durant plus d'une minute : il ſe retourna, l'ouverture en haut, laquelle n'étoit pas bouchée, & retomba enſuite.

L'humidité qui régnoit dans l'air le lendemain, empêcha le ſuccès de la ſeconde expérience; dans des expériences ſuivantes en plein air, l'ouverture fermée, le ballon s'éleva à 20 pieds.

Dans les aéroſtats qu'on élève par le moyen de

de la combuſtion de matières inflammables, cet effet dépend-il de quelques gaz plus légers que l'air atmoſphérique, dont la combuſtion occaſionne le dégagement, ou de la raréfaction de l'air ordinaire contenu dans l'aeroſtat? Cette dernière cauſe eſt ſeule ſuffiſante pour produire l'élévation de ces machines, ainſi que l'expérience le prouve; car on eſt venu à bout d'elever de petits aéroſtats en raréfiant l'air qui y étoit contenu par la ſimple chaleur d'un fer rouge qu'on introduiſoit en partie par l'ouverture inferieure; de plus, tout le monde a été témoin que les grands aéroſtats deſcendent progreſſivement à meſure que la chaleur & la raréfaction de l'air diminuent, & qu'ils s'élèvent en proportion de l'activité de la chaleur qu'on ranime, & conſéquemment en raiſon de l'accroiſſement de la raréfaction de l'air intérieur. Si les gaz qui ſe dégagent dans la combuſtion des matières végétales (car celle des matières animales n'eſt point néceſſaire pour l'effet), concourt à l'action dont nous parlons : ce ne peut être que comme cauſes accidentelles, ſans leſquelles l'effet principal peut être produit; d'ailleurs on ne connoît point encore la nature & le nombre des gaz dégagés dans la combuſtion.

La chaleur occaſionnant une raréfaction dans l'air intérieur des aéroſtats, élevés par le feu, il eſt évident qu'une partie de l'air ordinaire qui étoit contenu dans ces machines doit en ſortir; s'il eſt, par exemple, raréfié de moitié, le poids de cet air contenu ſera donc moins peſant de moitié ou plus léger; & ſi cet excès de légereté ſpécifique eſt plus grand que le poids additionnel de l'enveloppe, toute la machine s'élevera & ſe ſoutiendra en l'air.

Lorſqu'on échauffe & qu'on raréfie ainſi l'air ordinaire contenu dans les machines aéroſtatiques, l'air chaſſé ſort par l'ouverture inférieure; & lorſque le feu diminuant, on voit la machine deſcendre, l'air de l'atmoſphère rentre proportionnellement dans l'aéroſtat; effets dont on s'aperçoit évidemment par la direction double & oppoſée des corps légers qui ſont à portée de l'ouverture inféférieure; effets qui prouvent que l'air interieur eſt tantôt raréfié, & tantôt condenſé.

Une obſervation bien intéreſſante, & qui prouve que la ſeule raréfaction de l'air contenu dans la capacité d'un aéroſtat eſt capable de l'élever dans l'atmoſphère, eſt que l'aéroſtat de Dijon ayant été enflé d'air commun, le 29 mai, le lendemain, à midi & demi, cet air fut aſſez raréfié pour que le ballon, expoſé au ſoleil depuis pluſieurs heures, s'élevât à plus de 43 pieds, emportant avec lui le filet, le cercle horiſontal, & des cordes du poids de plus de 65 livres, c'eſt-à-dire, près de 250 livres, compris le poids de l'enveloppe; il étoit retenu par trois cordeaux paſſés ſur une groſſe corde tendue entre les deux perches; il en caſſa deux, & emporta le piquet du troiſième; il ſortit de la cour par-deſſus un bâtiment, ſitué à l'eſt : s'étant abaiſſé dans une autre cour derrière ce bâtiment, un jeune homme (peſant ſoixante & onze livres), qui ſaiſit une des cordes & la tourna autour de ſon poignet, fut entraîné dans l'inſtant par-deſſus un mur de clôture de neuf pieds, & retomba de l'autre côté; le ballon continua ſa route, paſſa ſur la première allée du cours de la Porte-Bourbon, au grand étonnement du peuple qui accouroit pour le voir, & alla tomber à plus de 250 pas.

Ce fait, qui parut d'abord impoſſible, s'explique facilement par la chaleur que l'air acquiert dans les étoffes enduites de réſine. Suppoſons, par exemple, avec M. de Morveau, ce qui approche beaucoup de la vérité, qu'il n'y ait eu dans le ballon que $\frac{27}{36}$ de l'air commun qu'il pouvoit contenir, & que la chaleur ait raréfié cet air au point de remplir la capacité totale, voilà 684 livres de matière qui occupent un eſpace égal à 912 livres d'air, qui doivent par conſéquent jouir, dans ce fluide, d'une légereté reſpective de 228 livres; mais une maſſe d'air, dans les mêmes circonſtances, acquiert encore une légereté indépendante de ſon état de raréfaction actuelle par la chaleur, dans le rapport de 68 à 71; la quantité totale doit donc être réduite à 655, au lieu de 684, & la légereté reſpective ſe trouve ainſi de 257 livres; il eſt même probable que l'air qui a ſubi cette altération, eſt ſuſceptible d'une plus grande dilatation. On n'a point fait état ici ni du poids du jeune homme enlevé, ni de la force néceſſaire pour rompre les cordes, car il eſt évident que ces effets momentanés ont été dûs plutôt à l'impulſion horiſontale du vent qui s'éleva alors, qu'à une véritable force d'aſcenſion.

On ſait qu'on eſt venu à bout d'élever de petits aéroſtats, ſeulement par la chaleur d'un fer rouge.

Les aéroſtats qu'on élève par le moyen de l'air raréfié, ont des avantages marqués. D'abord, quoiqu'on leur donne un grand volume, ils peuvent être enflés en peu de minutes, tandis qu'il faut un temps aſſez conſidérable pour remplir un aéroſtat d'une grandeur moyenne, avec du gaz inflammable. En ſecond lieu, ils ſont beaucoup moins diſpendieux, puiſqu'une fois faits, il ne faut employer que très-peu de combuſtible, qu'on trouve par-tout. Des voyageurs, au contraire, ne pourroient pas ſe procurer en tous lieux de l'acide vitriolique, par exemple, pour faire du gaz inflammable, & réparer la diſſipation qui ſe ſeroit faite du premier gaz dont l'aéroſtat auroit été rempli; d'ailleurs, les matériaux deſquels on extrait ce gaz ſont très-chers, &c., &c. Le tiſſu du taffetas ou de la toile peinte, de la toile avec papier collé eſt ſuffiſant pour contenir l'air dilaté, & lui faire élever un

élever un aérostat; au contraire, il faut un vernis sur le taffetas pour conserver le gaz inflammable. On peut rendre beaucoup moins combustible la toile des Montgolfières, en les trempant dans une dissolution d'alun.

Mais les aérostats à gaz inflammable ont, sous un autre rapport, des avantages très-grands; ils ne sont pas sujets à être brûlés comme les autres; ils dispensent d'une manipulation très-pénible, telle que celle d'entretenir du feu, & sont par cela bien plus propres aux observations qu'un physicien pourroit se proposer de faire, &c. &c.

Le carton, selon MM. de Morveau, Chaussier, & Bertrand, présente beaucoup d'avantages; le pied carré d'un bon carton de trois quarts de ligne d'épaisseur, peut être estimé peser 4 onces 6 gros; un globe de 37 pieds de diamètre, ne peseroit conséquemment que 1227 livres; il déplaceroit 2229 livres d'air commun, & pourroit être rempli facilement d'un gaz inflammable, qui seroit à l'air commun comme 1 est à 6, & ne peseroit ainsi que 372 livres; il auroit donc déjà une force d'ascension de 580 livres, c'est-à-dire, au moins aussi considérable que le globe de métal à cinquante pieds de diamètre.

Le carton est la matière la moins chère, & en même temps la plus commode; alors on n'auroit plus à craindre les coutures, car le globe pourroit être fait d'une seule pièce; un demi-cercle représentant un fuseau développé sur sa courbe, construit en bois légers, porté par un axe qui traverseroit les deux pôles, serviroit à coller successivement toutes les feuilles, en faisant glisser successivement le globe par demi-fuseau sur cet établi cintré.

Un pareil globe porteroit un filet de rubans de fil, & un cercle équatorial au moins aussi bien qu'un ballon de taffetas. Rien n'empêcheroit de renforcer l'hémisphère supérieure, en posant intérieurement un cercle de bois léger, à peu près à la hauteur des cercles des tropiques dans les globes terrestres; enfin, pour prévenir la rupture dans le cas d'une grande dilatation, il faudroit placer en bas une soupape.

Le carton est une des matières qui prend le moins de chaleur, qui se tourmente le moins; à la vérité, il craint l'humidité, mais on peut l'en préserver aisément par un vernis sur l'extérieur. On pourroit encore incorporer du parchemin dans l'intérieur de la substance du carton, le parchemin étant peu poreux.

V. *De la direction des aérostats.* Il y en a qui ont prétendu qu'il étoit impossible de diriger les aérostats, parce qu'on ne pouvoient, disoient-ils, vaincre la résistance du fluide qu'il faut déplacer, sans une force considérable qu'on ne peut employer dans les machines aérostatiques. Si ce raisonnement avoit quelque fondement, il prouveroit qu'il est impossible à l'homme de marcher sur la terre, car pour cet effet il faut que le corps déplace un volume d'air égal au sien. Cependant l'expérience prouve que rien n'est plus aisé, & qu'on peut, pour toute réponse, imiter ce philosophe grec qui se contenta de marcher devant un homme qui nioit le mouvement. Cette facilité de se mouvoir dans tous les sens, vient de ce que toutes les parties de l'air sont en équilibre entre elles, & que lorsqu'on se porte en avant, on laisse au fluide déplacé, un espace égal par derrière qu'il remplit aussi-tôt. Il en est de même lorsqu'on nage dans une rivière, quoique l'eau ait de huit à neuf cent fois plus de densité que l'air, & oppose conséquemment une résistance huit à neuf cent fois plus grande: par la même raison les poissons se meuvent dans l'eau avec la plus grande facilité. Ces principes s'appliquent nécessairement aux mouvemens des ballons aérostatiques, à la différence près, qu'étant plus légers que l'air, ils ont la pesanteur de moins à vaincre que celle que le corps de l'homme est obligé de surmonter dans ses mouvemens, & dont on s'aperçoit par la fatigue après une longue marche, & sur-tout en gravissant les montagnes.

Les principaux moyens auxquels on pensa d'abord pour la direction des aérostats, ont été des voiles, ou des aîles comme les oiseaux, ou des nageoires comme les poissons: examinons ces trois moyens.

La navigation aérienne diffère de la nautique dans un point essentiel. Dans la nautique, les vaisseaux voguent dans un fluide qui les porte, & s'élèvent dans un autre qui est plus de huit cent fois moins dense; ce qui donne la facilité d'employer des voiles. Leur effet est de multiplier les surfaces, afin de recevoir une plus grande quantité de force du fluide qui pousse, dit M. de Milly, pour vaincre la résistance du fluide qui porte: ainsi, l'on oppose deux forces inégales, dont on multiplie l'une & diminue l'autre, autant qu'il est possible, par la grandeur des voiles & par la forme du vaisseau. « Mais, dans la navigation aérienne, ces moyens ne peuvent avoir lieu, parce que le corps porté ne surnage pas; il reste enfoncé dans le fluide comme un vaisseau submergé qui flotteroit entre deux eaux & qui seroit emporté par un courant. Dans cette situation, toutes les voiles seroient non seulement inutiles, mais elles deviendroient très-nuisibles, en ce que, donnant plus de prise à la puissance du courant, & étant élevées au-dessus du centre de gravité, elles feroient chavirer le vaisseau. Dans une mer tranquille, leur effet seroit absolument nul, & ne feroit que surcharger le vaisseau, qui flotteroit entre deux eaux,

d'un poids tout au moins inutile. Un ballon aérostatique est le corps flottant & submergé dans un fluide ; toutes les voiles ne pourroient que lui nuire ». En un mot, les voiles, quelque bien placées qu'elles soient, ne peuvent être aucunement employées, parce que la machine aérostatique a la même vîtesse que le vent.

Quant au vol des oiseaux & à la marche des poissons, la construction naturelle de ces premiers, démontrera toujours aux yeux des physiciens, que ce n'est pas chez eux que l'on doit chercher, jusqu'à un certain point, des modèles pour diriger les aérostats, parce que la vélocité du mouvement des aîles dans les oiseaux est presqu'inimitable, & seroit inapplicable aux ballons aériens, qui n'auront jamais assez de solidité pour supporter les efforts nécessaires pour produire un mouvement aussi accéléré. Quant aux poissons, leurs nageoires, & sur-tout la position & le mouvement de leurs queues, semblent indiquer les moyens les plus convenables à la direction des machines aérostatiques. Les nageoires sont courtes, larges, & placées un peu obliquement; la queue, placée verticalement, fait l'office de gouvernail, & l'on voit assez qu'elle a servi de modèle dans l'art nautique à ceux des vaisseaux. Les nageoires semblent aussi avoir été le type des rames.

Mais les poissons ont un avantage que l'art n'imitera pas aisément ; c'est la faculté d'augmenter ou de diminuer à volonté leur pesanteur spécifique, par le moyen de leur vessie aérienne qu'ils vuident pour descendre, & qu'ils remplissent pour monter. Les ballons suspendus par le moyen du feu, auront, à la vérité, la facilité de monter & de descendre, en allumant ou en éloignant les lampes; mais dans le systême des substances aériformes, l'ascension ne sera jamais aisée, parce qu'on sera toujours obligé de renouveller le gaz, lorsque, pour descendre, on l'aura laissé échapper.

En faisant attention au peu de force nécessaire pour mouvoir un corps, quelque lourd qu'il soit, lorsqu'il est parfaitement en équilibre, & qu'en observant ensuite le mouvement des aîles d'un oiseau qui plane dans les airs & qui s'élève ensuite, il avoit paru à M. le comte de Milly qu'on pourroit monter ou descendre par le jeu de deux rames attachées horisontalement, par des charnières sur les deux côtés opposés d'un corps suspendu & en équilibre au milieu des airs, lesquelles rames se mouvroient verticalement. Pour monter, il faudroit faire agir les rames ou les aîles artificielles sur la colonne d'air inférieure; & pour descendre l'inverse auroit lieu. A l'égard du mouvement horisontal, les rames seules suffisent, & il faut les faire avec du taffetas ciré ou vernissé.

M. Vallet a fait quelques expériences curieuses, dans la vue de diriger les globes aérostatiques. *Première expérience.* « J'ai appendu, dit-il, à 3 pieds de terre, une civière soutenue par une corde de 40 pieds. J'y ai ajusté des aîles élastiques; je suis monté dans la civière. Mon appareil & moi nous pesions 300 livres. J'ai agité mes aîles dans le sens ordinaire des oiseaux; elles m'ont fait avancer d'environ dix-huit pouces de l'aplomb; j'ai répété plusieurs fois avec le même succès. Si le point d'appui n'eût pas été fixé, il m'auroit infailliblement suivi : l'on peut conclure de cette expérience, que ce mouvement pourroit accélérer la marche d'un ballon qui voyageroit dans un temps calme.

Seconde. J'ai posé différentes aîles sur ma civière; je les ai mises sur deux pivots pour les rendre plus douces à mouvoir & causer moins de secousses. En agissant de l'aîle droite, je tournois rapidement à gauche; ensuite agissant de l'aîle gauche, je retournois à droite avec la même rapidité. L'on peut conclure de cette seconde expérience, que l'on pourroit diriger un ballon de droite & de gauche, avec l'addition d'un gouvernail.

Troisième. J'ai attaché à la même corde par le milieu une forte perche, qui avoit environ 16 pieds de longueur; à une des extrémités de la perche j'ai appendu ma civière; à l'autre extrémité, un plateau de balance; j'ai adapté les aîles : monté sur ma civière, l'on a chargé le plateau de manière à me mettre en équilibre, le poids étoit d'environ 300 livres. J'ai agité les aîles les pointes en l'air, elles m'ont fait descendre; j'ai agité les aîles en sens contraire, c'est-à-dire, les pointes en bas, elles m'ont fait monter; l'on a mis sur le plateau 13 livres plus pesant que moi; en agitant les aîles de l'un ou de l'autre sens, je descendois & montois à volonté. L'on peut conclure de cette troisième expérience, qu'en se mettant en équilibre avec un ballon, on le fera descendre & monter à volonté sans perdre l'air inflammable, ni le lest ».

De plus, j'ai disposé 4 aîles de moulin à vent, en toile, je les ai mises en croix sur un axe de bois, incliné de la huitième partie du cercle. J'ai ajouté à l'axe une manivelle, également en bois, d'un pied de levier; j'ai posé mon appareil sur un bateau, j'y ai fait entrer avec moi 6 personnes: nous avons dérivé. J'ai tourné la manivelle, & traversé la rivière en 14 minutes, contre le vent, qui étoit alors à l'ouest; je l'ai repassé en 4 minutes. Le lendemain au soir j'ai répété mes expériences; le temps étoit plus calme, j'ai passé en 8 minutes & repassé en 6. Le sur-lendemain le vent étoit tourné à l'est; j'ai passé en 3 minutes & repassé en 15. Je fus extrêmement contrarié par le vent: il mit malgré moi, le bateau en long de la rivière. Je tournai toujours, cependant je la remontai, mais lentement.

On a proposé, pour diriger à volonté les aérost-

tats, d'employer le recul d'une ou de plusieurs pièces d'artifices maintenues dans une direction convenable, & placées selon l'exigence des cas. En effet, le recul continuel qu'éprouve une pièce d'artifice, quand on y a mis le feu, est très-propre à faire remonter, contre les efforts de l'air ou de l'eau, un corps flottant quelconque; & on peut multiplier par-tout à volonté les forces d'une pièce d'artifice, & rendre son effet plus ou moins violent, plus ou moins prompt, & plus ou moins durable.

M. Bulliard fit, dès 1784, des expériences sur ce sujet qu'il est utile de rappeler; 1°. il attacha dans une direction horisontale, à un petit charriot, du poids de deux livres deux onces, une fusée volante du calibre de six lignes; elle l'entraîna sur la glace à une distance de 32 pieds; il répéta cette expérience avec une fusée du même calibre & le même charriot, & quoiqu'il se fût arrêté pendant que la fusée brûloit, il parcourut encore une espace de 36 pieds; 2°. avec une fusée du même calibre que les précédentes, il fit remonter ce même charriot sur une planche de sapin de 14 pieds de longueur, inclinée de 4 pouces, & assez mal rabotée : la rapidité avec laquelle il monta, parut être la même que celle avec laquelle il avoit parcouru le plan horisontal; 3°. ces expériences furent répétées sur l'eau, & dans un courant rapide au milieu de la Seine, près des flancs du bateau des blanchisseuses de l'hôpital général, avec un espèce de radeau en bois léger, de 8 pieds & demi de long, sur 15 pouces dans sa plus grande largeur; les côtés n'étoient formés que par un simple rebord de deux pouces de hauteur. On attacha, dans une direction horisontale, à une des extrémités de cette machine, une fusée du calibre de 8 lignes, sur six pouces & demi de charge; on mit le feu à une mêche, dont la durée devoit laisser au radeau le temps suffisant pour être entraîné par le courant, à une distance de 50 pieds ou environ. A peine la pièce d'artifice prit-elle feu, qu'on vit cete machine remonter contre le fil de l'eau avec rapidité. Dans cette première expérience, la durée du feu ne fut que de trois secondes, & le radeau ne put monter que de 2 toises ou environ. La fusée fut plus forte qu'il ne falloit, & il ne lui manqua que de la durée. La seconde expérience avec une fusée du même calibre réussit mieux : le feu dura 4 secondes au moins, & le radeau parcourut un espace presque double; cette différence dépendit principalement de la manière dont la fusée fut placée. On observera qu'en grand il seroit à propos de donner aux aérostats une forme naviculaire.

En foulant l'air dans des vaisseaux propres à condenser l'air, tels que ceux des fontaines de compression, des fusils à vent, & autres vaisseaux de ce genre, mais dans des proportions convenables, on pourra faire avancer des machines assez considérables, lorsqu'en ouvrant les robinets ou levant les détentes, on permettra à l'air fortement comprimé, d'exercer sa force élastique. L'expérience suivante que j'ai faite depuis long-temps, le prouve. En plaçant un vaisseau de ce genre, ainsi chargé, sur un charriot mobile, on voit, en tirant le coup, tout l'appareil se mouvoir, avec une vîtesse d'autant plus grande, que la condensation de l'air a été plus considérable. La raison de cet effet se présente facilement à tout le monde, & il est inutile de dire que dans les nouveaux instrumens pneumatiques que j'ai imaginés d'après cette idée & les suivantes, on a simplifié leur construction, & tâché d'augmenter leur effet.

Si on doutoit de l'efficacité du moyen que je viens de proposer, pour la confirmer, je rappellerois l'idée de M. Daniel Bernoulli, sur un nouveau genre de navigation qu'il avoit imaginé, sans avoir recours aux voiles ni aux rames. Ce moyen consiste à fixer fortement à la poupe d'un vaisseau un canal ouvert de deux côtés, & continuellement rempli d'eau par le moyen des pompes. L'eau en coulant du canal, agit sur celle de la mer, & celle-ci réagissant avec continuité, donne au vaisseau une impulsion en avant. Cette idée a été mise en exécution sur un petit bateau, par le père Jacquier, célèbre géomètre de l'ordre des Minimes. Il seroit facile, pour le dire en passant, d'employer cet artifice dans les combats de mer, lorsque le calme règne, pour s'approcher ou s'éloigner de l'ennemi, dans le cas où les vaisseaux seroient désemparés, ou enfin, dans toutes les circonstance possibles, lorsqu'il n'y a point de vent.

Ces deux derniers moyens réunis dans le même appareil, en fournissent un très-efficace. On pense bien qu'en les employant on doit avoir un magasin d'air condensé & de vapeurs, dont on ne laisseroit échapper que successivement différentes portions de la masse totale, afin d'avoir un mouvement durable. Par des procédés simples & faciles à imaginer, on remplira le magasin de nouveau fluide, à mesure qu'on en laissera échapper. Ces matières auroient un grand avantage, c'est que leurs poids seroient bien peu considérables. Ajoutons encore que le feu qui serviroit à réduire l'eau en vapeur, produiroit encore des moyens d'ascension.

La poudre à canon, on l'a dit, pourroit être très-utile. J'ai imaginé certaines machines pyrotechniques, différentes des fusées d'artifice de M. Bulliard, dont on a parlé précédemment, qui en renfermeroient. La poudre successivement enflammée par portions suffisantes, faisant des explosions réitérées, qu'on pourroit augmenter selon le besoin, doit être regardée comme un moyen dont il est aisé de tirer un grand parti. L'air environnant, qui opposeroit une résistance considérable au fluide engendré par l'inflammation de la poudre, seroit

une eſpèce de point d'appui ; de là le mouvement de la machine, même contre le vent, ainſi que dans les cas précédents. Perſonne ne pourra douter que les moyens dont nous venons de parler, ſéparés ou réunis, ne ſoient capables de donner une certaine impulſion aux globes qu'on ſuppoſe en équilibre dans l'air, puiſqu'il ne faut qu'une petite force pour en produire la rupture. Si on augmente cette force, l'effet ſera proportionnel, ce qui eſt inconteſtable, & ſera produit dans la direction de l'impulſion. Dans le calme, rien n'eſt moins difficile, de même que dans un vent qui ne ſoit pas fort. On ne doit pas exiger davantage de la navigation aérienne, qui eſt à ſon aurore, puiſqu'on n'eſt point encore parvenu à diriger un vaiſſeau contre un vent impétueux, depuis le temps que l'art nautique exiſte.

Les moyens propoſés paroiſſent très-propres à réſoudre le problême dans le cas le plus difficile, celui de diriger le ballon, non par une impulſion oblique en louvoyant, mais directement contre l'effort du vent. Il n'eſt pas plus difficile, toutes choſes égales, de faire mouvoir le globe dans une direction oppoſée à l'air agité, que de marcher dans cette circonſtance, ou de ramer contre un courant. Il ſuffit alors d'employer une force ſupérieure à celle du vent ou du courant, & alors on avance avec une vîteſſe égale à la différence des forces.

Je dirai ſeulement ici deux mots d'un nouveau moyen bien ſimple, dont je fis part à l'aſſemblée de l'académie de Montpellier, dans la ſéance où M. Joſeph de Montgolfier fut reçu. Il eſt conſtant qu'il règne à différentes hauteur dans l'atmoſphère, pluſieurs courans d'air dont les directions ſont oppoſées. C'eſt une vérité qui nous a été amplement confirmée depuis la découverte des globes aéroſtatiques, par les marches & contre-marches que les globes ont tenues à diverſes élévations.

Afin de pouvoir ſe diriger facilement vers un lieu plutôt que d'un autre côté, il ſuffira de s'élever ou de s'abaiſſer dans les couches de l'atmoſphère, où régnera un vent dont la direction tende au lieu où l'on ſe propoſe d'aller. Alors ce ſera le vent qui ſera le moteur, & ſon efficacité n'eſt nullement révoquée en doute. Si un ballon eſt dans un courant contraire à la véritable route, il ſuffira au pilote aéroſtatique, de connoître ſi c'eſt au-deſſus ou au-deſſous du ballon que ſe trouve un vent favorable. Lorſqu'il en ſera inſtruit par les moyens que nous ferons bientôt connoître, il élevera ſon globe, ou il le fera deſcendre dans la couche où règne le vent favorable, & rien n'eſt plus aiſé que d'en venir à bout. On s'élevera en jetant de ſon leſt; on s'abaiſſera en diminuant un peu la force du feu, ou en perdant un peu de ſon gaz.

Toute la difficulté conſiſte donc à connoître la direction des divers courans qui règnent dans l'atmoſphère. Voici le moyen ſimple qu'on peut employer : on fera pour cet effet pluſieurs petits ballons. Quoique dans l'origine de la découverte il fût vrai de dire que le *minimum* de la choſe étoit le *maximum* des difficultés, cependant à préſent rien n'eſt plus aiſé. Ces petits globes conſtruits, on les remplira d'air inflammable retiré de l'acide vitriolique & de la limaille de fer, ou de l'acide marin & du zinc; & ces globes en s'élevant, ſerviront à connoître la direction des courans ſupérieurs. On remplira d'autres petits globes d'air fixe ou d'air déphlogiſtiqué, ou d'air atmoſphérique, ou d'un air mixte en proportions convenables, & ces globes étant plus peſans que l'air déplacé dans la couche où ſe trouve le grand ballon, deſcendront & indiqueront la direction des courans d'air inférieurs.

Le moyen que je propoſe ici eſt d'autant plus efficace, que les vents ou les courans d'air en ſont le grand reſſort, & que c'eſt de l'ennemi même qu'on avoit à vaincre, que je tire des armes propres à le combattre avec ſuccès; & il eſt d'autant meilleur, qu'à une grande énergie eſt jointe la plus grande ſimplicité. On n'objectera pas ſans doute qu'il eſt rare qu'il y ait dans l'atmoſphère divers courans oppoſés à différentes hauteurs; car toutes les obſervations faites juſqu'à préſent, prouvent qu'ils règnent ſouvent dans l'air en même-temps. Si dans des circonſtances très-rares il n'y en avoit pas, ou ſi un calme profond exiſtoit, on ſeroit réduit à attendre que des vents s'élevaſſent, comme le font les marins dans nos ports; & certainement le temps de l'expectative ſeroit moins long pour les voyages aériens que pour la navigation ordinaire. D'ailleurs, ſi on étoit preſſé de partir dans le temps de calme, on pourroit avoir recours aux autres moyens propoſés; mais cela n'empêche pas que celui du choix des courans d'air que nous préférons comme le plus ſimple & le plus efficace, ne ſoit d'un uſage preſque général; ce qui montre qu'il réunit tous les avantages qu'on peut déſirer dans un objet de cette nature Si quelque projet relatif à la direction des globes aéroſtatiques peut réconcilier ſon auteur avec le grand nombre de contradicteurs qui penſent différemment, c'eſt, ſans contredit, celui où on ſe réduit à employer les forces de la nature, toujours ſi puiſſantes, lorſqu'on ſait les diriger en les faiſant ſervir à leur véritable deſtination.

J'ai penſé, dès les premiers inſtans de la découverte des aéroſtats, à faire mouvoir ces machines, en plaçant ſur un fourneau un œolipile, rempli en grande partie d'eau, laquelle réduite en vapeurs en ſortira avec force, frappera l'air avec impétuoſité; mais l'air frappé, oppoſant une réſiſtance qui eſt en raiſon du quarré de la vîteſſe avec laquelle l'eau en vapeurs le frappe, réagit & re-

pousse en avant l'œolipile & l'aérostat qui le porte, avec une vitesse accélérée par l'impulsion des éruptions successives de la vapeur de l'eau. L'expérience confirme cette idée; & on en sera convaincu si on suspend un aérostat avec un œolipile mis sur une lampe, à un appareil propre a ce dessein, à-peu-près semblable à celui qui est représenté dans la *figure* 244. D, est un support triangulaire terminé par un pivot. C B est une traverse ou règle de bois horisontale, percée au milieu pour y recevoir une chape comme celle des boussoles; d'un côté est un simulacre de ballon B, auquel est suspendu une gondole A, où on peut mettre un œolipile. C, est un contrepoids du ballon, & de tout ce qui y est suspendu. Dès que l'eau réduite en vapeur sort du bec de l'œolipile, le ballon reçoit un mouvement circulaire à droite ou à gauche, selon que l'orifice de l'œolipile est tourné d'un côté ou d'un autre, & ce mouvement devient de plus en plus accéléré, dans certaines bornes.

Ici l'aérostat est en équilibre par le moyen du contre-poids C; sa pesanteur est censée nulle, comme celle d'un aérostat dans les couches de l'atmosphère où il est en équilibre; l'impulsion qui résulte de l'éruption de l'eau en vapeur qui sort du bec de l'œolipile lui imprime du mouvement, & il lui obéit, en suivant la direction de la droite ou de la gauche, conformément à la position du bec de l'œolipile. Ce mouvement circulaire dure autant de temps qu'il y a de l'eau dans la capacité de l'instrument.

Ceux qui n'auront pas vu l'expérience que je viens de rapporter, & que je fais dans mes cours de physique, pourront se rappeler celle d'un œolipile, placé sur un charriot à recul, qui, lorsque l'eau est réduite en vapeur, sort avec impétuosité, en frappant l'air avec une vîtesse considérable : celle de l'écouvillon qui est repoussée quelquefois des canons trop échauffés par le tyr, est encore une preuve de l'efficacité de ce moyen. Ici un œolipile agit non-seulement par de grandes impulsions qui peuvent avoir lieu, lorsqu'on débouche l'ouverture d'un œolipile dont le col seroit garni d'un robinet convenable, de telle sorte qu'on pourroit le fermer & l'ouvrir successivement plusieurs fois; mais encore cet œolipile agit constamment lorsque l'orifice reste toujours ouvert, comme l'expérience le prouve avec l'appareil que je viens de décrire.

Cet appareil que j'imaginai & exécutai dès les premiers instans où l'art aérostatique fut connu, me donna l'idée d'un autre appareil représenté dans les *figures* 244, 245, 246, 247 & 248. La *figure* 244 fait voir en D le support portant le pivot qui entre dans la chape E, la règle C B qui est conséquemment suspendue comme une aiguille de boussole : C est une masse de plomb formant un contre-poids égal au poids appendu à l'extrémité B de la règle C B, c'est-à-dire, qui pese autant que le ballon B, & la gondole A dans laquelle est un mouvement d'horlogerie, qu'on voit dans la *figure* 245, avec le systême méchanique placé sur chaque platine, & qui est plus développé dans la *figure* 246 : nous en donnerons bientôt une description plus détaillée.

Cette espèce de machine que j'ai montrée à plusieurs savans distingués, soit nationaux, soit étrangers, & particulièrement à messieurs Montgolfier, a été généralement approuvée par eux : elle me sert à faire dans mes cours plusieurs expériences intéressantes. Le mouvement étant monté avec une clef, comme une montre, on voit aussi-tôt les rames ou aîles *f*, *g*, *i*, *h* tourner autour de l'axe *l*, *m*, *figure* 244. Deux de ces rames *f*, *g*, par exemple, étant de face & frappant efficacement l'air, les deux autres *i h* sont placées de champ, ou ne présentent que leur tranchant, & leur effet ne peut nuire en aucune manière à celui des deux autres aîles. (*La figure* 245 montre plus distinctement cette position des aîles *f*, *g*, *i h*, dont la surface des deux premières forme des angles droits avec celle des deux dernières).

Les aîles *f*, *g* (*figures* 244 & 245), ayant fait un demi-tour & se trouvant à la place des aîles *i*, *h*, celles-ci seront conséquemment à l'endroit où étoient d'abord les aîles *f*, *g*. Mais, par un méchanisme particulier que nous expliquerons dans un instant, chaque aîle, en faisant une demi-révolution, se retourne & fait un quart de conversion, de telle sorte que celles qui étoient de face se trouvent de champ, c'est-à-dire, que celles qui frappoient efficacement l'air par toute leur surface, ne le frapperont plus que par leur mince épaisseur, ce qui ne pourra nuire à l'impulsion des autres aîles qui en X, X, sont de face, se trouvant ensuite en Z, Z, seront de champ, comme la figure le montre, & réciproquement.

Si les aîles ne se retournoient pas, jamais l'aérostat ne recevroit de mouvement; il resteroit constamment à la même place. Pour bien concevoir cette vérité importante dans cette matière, supposons que les quatre des aîles *f*, *g*, *i*, *h* fussent toutes dans le plan deux premieres, & non disposées à angles droits, comme dans la *fig*. 245, comme ces aîles sont égales en surface, & que tandis que les deux *f*, *g* frappent l'air de bas en haut, les deux autres *i*, *h* le frappent de haut en bas, avec une égale vîtesse, il s'ensuit que la gondole doit rester en repos, parce qu'un mobile sollicité à se mouvoir par deux forces égales & opposés ne peut se mouvoir. Je représente cet effet avec ma machine, lorsque je place les aîles comme on le remarque dans la *figure* 248, car alors la machine aérostatique reste constamment en

repos, malgré le mouvement rapide des aîles autour de leur axe, les impulsions égales & opposées des aîles se détruisant.

Le retournement des aîles ayant donc lieu, la machine doit tourner autour du pivot en décrivant une circonférence proportionnelle au rayon, & avec une vîtesse accélérée : on la voit d'abord s'ébranler, tourner lentement ensuite de plus en plus vite, jusqu'à ce qu'elle ait acquis son *maximum*.

Si les aîles d'en bas sont de champ, comme dans la *figure* 245, l'aérostat tournera constamment à droite; par exemple, si les aîles inférieures sont disposées comme dans la *figure* 247, la machine tournera à gauche, de manière qu'on est maître de donner au ballon aérostatique la direction qu'on voudra, à droite ou à gauche, puisqu'il suffit pour cela de disposer les aîles comme dans la *figure* 245 ou 247. Ma machine est tellement construite, que, sans rien démonter, & même tandis qu'elle est en mouvement, on peut changer la direction du plan des aîles. Si, lorsque l'aérostat circuloit à droite, par exemple, on a ainsi retourné les aîles, il circule ensuite à gauche.

Je ne répéterai point ce que j'ai dit, il n'y a qu'un instant, que l'aérostat demeure stationnaire, quoique les aîles tournent autour de leur axe, si on les a disposés comme dans la *figure* 248, effet qu'on rend plus saillant, lorsqu'on le présente, tandis que la machine est en mouvement.

On ne sauroit, selon moi, révoquer en doute, que cette machine est propre à la direction des aérostats, puisque, par la construction, cet aérostat n'ayant que deux mouvemens possibles, celui qui a une direction à droite, & celui qui en a une à la gauche, on est maître de le faire mouvoir à volonté d'un côté ou d'un autre, selon qu'on dispose les aîles, *figure* 245 ou 247.

Cet aérostat est ainsi dirigé dans un temps calme; il peut l'être aussi dans un temps où règne un vent inférieur à la force motrice ou ressort renfermé dans le barillet de la machine. Pour prouver cette vérité, lorsque l'aérostat est en mouvement, j'excite un petit vent avec un soufflet contre sa partie antérieure, ou je lui donne un petit choc avec un corps quelconque, alors la machine continue à se mouvoir, mais avec une moindre vîtesse qu'auparavant : ce qui montre que, par le moyen mis en œuvre, on réussit à diriger l'aérostat, soit dans un temps de calme, soit contre un vent foible, ce qui est certainement avoir donné une solution du problême; car on ne peut raisonnablement demander qu'on le dirige contre un vent violent & impétueux; ce seroit certainement trop exiger d'une navigation qui ne fait que de naître, tandis qu'on est bien éloigner de le demander de la navigation ordinaire plus ancienne d'une longue suite de siècles. Si le vent qu'on excite avec le soufflet, est très-fort, on voit aussi-tôt l'aérostat rétrograder avec la différence des forces : ainsi ou le vent qui souffle contre notre aérostat, est plus foible que la force motrice de la machine, ou il lui est égal, ou bien il lui est supérieur. Si le vent est plus foible, l'aérostat continue à se mouvoir dans la direction que la machine lui imprime, mais avec la différence des forces. S'il est égal, l'aérostat reste stationnaire; s'il est supérieur à la force motrice du ressort, le ballon rétrograde, mais avec la différence des deux forces. Ces trois cas sont représentés par notre machine, car tandis qu'elle se meut dans la direction qu'on lui a d'abord donnée, si on lui fait éprouver en sens contraire un choc supérieur à l'impression qui la détermine, on la voit aussi-tôt prendre une direction rétrograde & entièrement opposée à la première. Cette impulsion du choc s'affoiblissant ensuite par degrés, l'aérostat se meut de plus en plus lentement dans le même sens rétrograde, jusqu'à ce qu'enfin cette même impulsion devenant égale à celle de la force motrice, l'aérostat reste stationnaire pendant quelque temps. Mais ensuite la première force reprenant le dessus la machine qui avoit rétrogradé, suit la première direction qu'on lui avoit primitivement donnée. La machine rétrogradant dénote la circonstance d'un vent impétueux; lorsqu'elle est stationnaire, elle désigne celle d'un vent égal à la force du ressort; & quand elle a repris sa direction première, elle indique la marche d'un aérostat qui lutte contre un vent qui devient de plus en plus foible. L'impulsion du choc étant ensuite entièrement éteinte, c'est le cas d'un aérostat qui navigue en plein calme. On observera que ces diverses expériences ont lieu avec la machine une fois montée, sans qu'on y touche en aucune manière, excepté pour lui imprimer le choc dont j'ai parlé.

On a proposé un grand nombre de projets de direction, l'examen qu'on a fait de plusieurs a montré que ce n'étoient que de vaines spéculations démenties par la pratique. Mais, ici, l'expérience parle hautement en faveur de cette nouvelle machine, puisqu'elle exécute réellement ce qu'on a promis. Qu'on ne dise pas ce que plusieurs répètent quelquefois pour des machines d'un autre genre, que ce qui réussit en petit n'a pas toujours du succès en grand; car, 1°. si un modèle quelconque produit son effet, la machine en grand produira également le sien, pourvu qu'on observe bien les proportions, & qu'on ait égard aux frottemens qui résultent des surfaces & des pressions, &c.; 2°. il s'agit ici d'équilibre. Or, dans ce cas, ce qui réussit en petit, a également du succès en grand. Si une livre dans un bassin de balance, est en équilibre avec une livre dans l'autre bassin, un petit poids mis d'un côté fera trébucher la balance & mouvoir le contrepoids; il en sera de même s'il

y a deux, trois, dix, vingt, cinquante, cent, mille livres, &c. &c., dans chaque baſſin, l'inſtrument étant ſuppoſé bon, le point d'appui ſuffiſant, le frottement le plus petit poſſible, comme il doit l'être dans une excellente balance, &c. : ainſi, dans le cas d'équilibre, il eſt indifférent que la machine ſoit plus ou moins grande. Or, lorſqu'il s'agit d'un aéroſtat, après s'être élevé ſuffiſamment, il s'arrête dans la couche d'air où il eſt en équilibre; & alors une petite force ſuffit pour le mouvoir, comme on l'a vu dana l'expérience de la balance chargée de chaque côté de poids égaux.

Dans l'expérience de la *figure* 244, le ballon aéroſtatique & la gondole ſont en équilibre par le moyen du contrepoids C, leur peſanteur eſt cenſée vaincue; & ce ballon peut être dans ce cas comparé avec un aéroſtat en équilibre dans les hautes régions de l'atmoſphère. L'idée qui me fait plus de plaiſir dans cette machine, & que je regarde comme principale, eſt celle d'avoir rendu nulle la peſanteur du ballon B & de la gondole A, afin de pouvoir faire enſuite mouvoir la machine, comme elle doit être mue dans l'atmoſphère. S'il y a quelque différence, elle eſt déſavantageuſe à la machine, puiſqu'il y a un frottement de la chape E ſur le pivot, & que de plus elle ſe meut dans un fluide beaucoup plus denſe comme eſt l'air près de la ſurface de la terre; néanmoins l'expérience réuſſit très-bien, malgré ces circonſtances défavorables à la machine en petit, circonſtances qui n'ont pas lieu pour un aéroſtat en grand.

Nous avons promis une deſcription détaillée de notre appareil; la *figure* 246 montre les différentes parties de chacun des côtés de la *figure* 245. L'axe E F, de la *figure* 246, eſt une portion de l'axe total *a*, *b*, *figure* 245. Celui ci eſt la même choſe que l'axe prolongé du pignon du centre; & il entre quarrément dans une eſpèce de fourchette A B C D (*figure* 246), laquelle eſt retenue par une goupille à ſon extrémité F. L'arbre G H des aîles porte une eſpèce d'étoile à quatre rayons, I, K, L, M qui y eſt fixée, & il traverſe librement la fourchette en I & en N, où il eſt retenu par la virole V, arrêtée par le moyen d'une goupille : cet arbre peut facilement tourner, & ſur lui même & ſur ſon axe commun avec le pignon du centre. Aux extrémités de cet arbre G H, ſont les deux aîles O P, dont l'une préſente la face & l'autre le tranchant (comme on le voit dans la *figure* 245), c'eſt-à-dire, qu'elles forment entre elles quatre angles droits.

Le ſautoir M L Q eſt attaché en Q à la fourchette, par le moyen d'une vis à collet, afin qu'il puiſſe agir facilement, & le reſſort C R eſt fixé auſſi ſur la fourchette, par un bout en C, & s'appuie par l'autre extrémité R ſur le ſautoir en M.

Lorſque l'axe E F (même figure 246), qui porte la fourchette à laquelle eſt adapté l'arbre de l'étoile & des aîles; lorſque cet axe fait une révolution, un rayon K de l'étoile rencontrant la cheville S, s'élève, pendant que ſon oppoſé L s'abaiſſe Celui-ci gliſſe ſur la ſurface dudit ſautoir qu'il ſe meut en arrière, juſqu'à ce que le rayon L ſoit parvenu à l'angle ſolide du ſautoir, lequel, par la preſſion du reſſort, ſe rapproche auſſi-tôt, en faiſant gliſſer encore le même rayon L, juſqu'à ce qu'il ait pris la place du rayon M qui la lui cède.

Par ce qu'on vient de dire, il eſt facile de comprendre que la rame O, qui préſente la face, fait un quart de tour, après lequel elle montre ſon tranchant, dans ſa demi-révolution ſupérieure, en allant de O vers P; & qu'en même-temps la rame ou aîle oppoſée P, qui montroit le tranchant, ſe retourne auſſi-tôt & préſente ſa face dans ſa demi-révolution inférieure, en allant de P vers O, où un autre rayon de l'étoile rencontre encore l'autre cheville T qui force de même les aîles à ſe retourner. Ce qu'on vient de dire d'un côté doit s'entendre de l'autre, car la moitié G de l'appareil (*figure* 245), eſt exactement ſemblable à l'autre H.

Sans ce retournement continuel des aîles, elle auroient beau tourner autour de l'axe *a b* (*fig.* 245), l'aéroſtat reſteroit conſtamment ſtationnaire, comme cela arrive lorſque les aîles ſont diſpoſées ainſi qu'on le voit dans la *figure* 248, & ainſi que l'expérience le prouve avec notre appareil.

Entre les deux platines (*figure* 245), eſt un mouvement d'horlogerie à-peu-près ſemblable à celui d'une montre : on y voit un barillet qui renferme un reſſort, trois roues & trois pignons, une fuſée & une chaîne. La première roue de 50 dents s'engrenne dans un pignon qui a 10 aîles; la ſeconde roue a auſſi 50 dents, & engrenne de même dans un pignon de 10 aîles; la troiſième roue eſt de 48 dents, & même un pignon de 8, dont l'axe *a b* eſt prolongé au-delà des platines (qui ont 2 pouces environ de diamètre). Le dernier pignon fait 150 tours pour un de la première roue; car $\frac{50}{10} \times \frac{50}{10} \times \frac{48}{8} = 150$; & il fait à peu près deux révolutions dans une ſeconde. On voit par-là quelle eſt la vîteſſe des aîles autour de l'axe *a b*; & de plus on en peut conclure que la première roue fait un tour, à-peu-près dans une minute & quinze ſecondes, & que la fuſée qui tourne enſemble avec la première roue, faiſant ſix tours, le mouvement doit durer 7 minutes 30 ſecondes, au bout deſquelles il faut remonter le reſſort. On peut varier la conſtruction, afin que le mouvement dure plus long-temps, ſi on le juge à propos; on peut encore auſſi ſupprimer la fuſée, comme je l'ai fait dans un ſecond appareil.

Le mouvement d'horlogerie contenu entre les deux platines, remplace l'agent qui en grand feroit mouvoir un aéroftat; en petit il montre que la machine abandonnée à elle même, agit feule pendant tout le temps que le reffort renfermé dans le barillet fe développe. Il fuffit feulement de lever un peu les aîles, & de les abandonner enfuite à elles-mêmes, pour que tout l'effet foit produit.

Dans un aéroftat en grand, l'appareil feroit plus fimple, car on fupprimeroit le mouvement d'horlogerie & les deux platines, ainfi que la portion intermédiaire de l'axe *a*, *b*, *figure* 245; il fuffiroit de mettre une manivelle à l'extrémité E, de l'axe E F, *figure* 246, & autant de l'autre côté. Des hommes feroient appliqués à chacune de ces manivelles; les manivelles tournant imprimeroient conféquemment un mouvement de rotation à l'axe E F, à la fourchette D, N, F, B, I, C, & à l'axe G H, des aîles ou rames. On voit par-là que la machine en grand eft plus fimple qu'en petit, puifque celle-ci exige un mouvement d'horlogerie, & la première deux manivelles.

Suppofons un temps calme, il eft clair que, les quatre aîles ou rames agiffant enfemble également; l'aéroftat fera dirigé dans la ligne qui va de la poupe à la proue; fi les deux rameurs fe retournent en regardant la poupe, l'aéroftat fuivra le prolongement de la même ligne, mais dans une direction diamétralement oppofée à la première. On pourra faire aller à droite ou à gauche l'aéroftat, fi le rameur de la gauche ou celui de la droite agit feul, comme les bateliers le pratiquent fur nos rivières (*Voyez* BATEAU); ou bien fi un d'eux rame avec plus de vîteffe que l'autre. S'il y a un gouvernail, on pourra encore s'en fervir utilement dans plufieurs circonftances.

Dans notre machine, lorfqu'elle eft en expérience, le retournement des aîles eft fi prompt & fi bien exécuté, qu'on ne s'en apperçoit pas, même après en avoir été prévenu. On eft obligé de faire remarquer que toutes les aîles, lorfqu'elles font en X, X, *figure* 245, préfentent leur face, & montrent leur tranchant quand elles font en Z, Z. Or, puifque par la conftruction, les aîles *z*, *h* font des angles droits avec les aîles *f*, *g*, & que cette pofition eft fixe fur les arbres *g h*, *i f*, il eft néceffaire qu'il y ait un retournement total des aîles, de l'étoile & de ces arbres. Ce retournement devient fenfible lorfque le mouvement eft fur fa fin, parce qu'il fe fait alors avec peu de vîteffe.

M. Pauction a préfenté à l'académie des fciences une efpèce de rame d'une forme qui paroît propre à fournir une force motrice, capable d'agir d'une manière continue. Cette rame reffemble à une vis fans fin, qui, tournant fur fon axe toujours du même fens, préfente à l'air un plan incliné qui, l'entamant de couche en couche, peut faire avancer la machine.

M. Etienne Montgolfier a donné dans les Mémoires des Savans étrangers un *Mémoire fur les moyens mécaniques appliqués à la direction des machines aéroftatiques*. Voici le précis de la théorie de ce favant fur les rames appliquées aux machines aéroftatiques. La figure de l'aéroftat en mouvement avec une vîteffe quelconque, étant donnée, l'on peut fuppofer à la place une furface plane, qui éprouveroit avec cette vîteffe la même réfiftance; mais fi le mouvement de l'aéroftat eft entretenu par l'action des rames, que l'on fuppofe frapper l'air d'un mouvement uniforme & continu, les réfiftances étant comme le carré des vîteffes, l'on aura la réfiftance que l'air oppofe à l'aéroftat, égale à la preffion de ce même air contre la furface des rames; d'où réfulte une équation qui ne renferme que la vîteffe de l'aéroftat, celle du centre d'impulfion des rames, la furface plane que l'on a fubftitué à l'aéroftat & les furfaces des rames.

Si les rames font mifes en mouvement par l'action des hommes, action qui fe mefure, comme l'on fait, par la preffion qu'ils exercent, multipliée par leur vîteffe, l'on aura une feconde équation ou la quantité d'action dépenfée par les hommes, fera égale à la preffion que le fluide exerce contre le centre d'impulfion de la rame, multipliée par la vîteffe de ce centre d'impulfion. Cette feconde équation, comparée avec la première, donnera foit la vîteffe de l'aéroftat, foit celle du centre d'impreffion de la rame par une formule qui ne contiendra que la furface des rames, celle qui correfpond à la diftance de l'aéroftat, & la quantité d'action des hommes.

Comme les rames ont un point d'appui, la vîteffe des hommes eft à celle du centre d'impulfion des rames, comme le bras intérieur de la rame eft à fa partie extérieure mefurée jufqu'à ce centre d'impulfion. Ainfi, au moyen de la formule précédente & de cette obfervation, dans un mouvement fuppofé uniforme, dès que la figure de l'aéroftat fera donnée, ainfi que la furface des rames, fi l'on fuppofe de plus que la quantité d'action que les hommes peuvent fournir dans l'emploi le plus avantageux de leur force, eft donnée par l'expérience, toutes les autres quantités, telles que la vîteffe de l'aéroftat, celle du centre d'impulfion des rames, & le rapport entre la partie extérieure & l'intérieure de la rame, feront néceffairement déterminées.

M. Montgolfier a tiré de fes formules une conclufion très-intéreffante, c'eft que la vîteffe de l'aéroftat étant dans les cas applicables à la pratique, comme

tique, comme la racine sixième des surfaces des rames, l'on peut diminuer beaucoup la surface des rames, sans diminuer sensiblement leur effet; ainsi, l'on peut espérer de pouvoir faire naviguer dans l'air l'aérostat avec des rames assez légères, pour qu'un seul homme puisse les faire agir commodément. Cet illustre savant applique ensuite sa théorie à deux exemples; il suppose dans ces exemples que la quantité d'action des hommes est égale à un poids de 20 livres, multiplié par une vîtesse de deux pieds & demi par seconde, ce qui équivaut à un poids de 50 livres élevé à un pied par seconde, quantité que M. Daniel Bernoulli a évaluée à 60 livres, élevé à un pied par seconde pour un travail de huit heures par jour. M. Montgolfier suppose encore que l'aérostat est mis en mouvement par deux rameurs; mais qu'ils n'agissent utilement que la moitié du temps de leur travail, en sorte qu'ils n'emploient utilement que la moitié de leur action, réduction probablement suffisante pour suppléer aux différentes pertes d'actions inévitables dans la manœuvre des rames appliquées aux aérostats, & que l'on ne pourra évaluer que d'après beaucoup d'expériences; d'après ces suppositions M. de Montgolfier trouve qu'un aérostat spécifique de 70 pieds de diamètre prendroit une vîtesse de 998 toises par heure, & qu'un aérostat de 26 pieds de diamètre prendroit une vîtesse de 2434 toises par heure.

Pour diriger les aérostats, il faut commencer par leur donner une forme qui tende à conserver la direction reçue. La forme sphérique est très-avantageuse pour les aérostats par la propriété de contenir, ou, ce qui est la même chose, de déplacer un plus grand volume sous une moindre surface. Cette considération est ici très-puissante, puisque la force d'ascension n'est jamais que l'excès de légéreté du fluide contenu sous le poids de l'enveloppe qui le contient. Cette forme a d'ailleurs d'autres propriétés également précieuses, en ce qu'elle présente de tous côtés une résistance égale au fluide environnant, qu'elle est moins susceptible de compression par l'action des vents, qu'elle offre plus de solidité pour la suspension des machines, qu'elle se prête enfin plus qu'aucune autre à la réduction de ses dimensions sans en être sensiblement altérée.

Mais on doit convenir que la forme sphérique est la moins propre à la direction. Deux choses sont essentielles à cet objet, la première que le corps destiné à prendre & à conserver le mouvement dans une ligne donnée, déplace dans cette ligne le moindre volume possible du milieu qui lui fait obstacle, parce que la résistance sera d'autant plus considérable qu'il aura à déplacer dans le même temps un plus grand nombre de ses parties. Or, il est démontré que le volume du fluide déplacé est en raison de la surface antérieure du corps qui se meut, tellement que la résistance d'un triangle isocèle qui présente sa base, est à la résistance du même triangle qui présente sa pointe, comme le carré de l'un des côtés est au carré de la moitié de la base. Le corps sphérique qui, dans quelque position que ce soit, présente toujours égalité de surface antérieure, éprouvera donc plus de résistance que tout autre solide d'un pareil volume, susceptible de présenter moins de surface par l'un de ses côtés.

La seconde condition est que le corps qu'on se propose de diriger dans un fluide, éprouve par sa forme même plus de résistance sur les flancs ou dans la ligne perpendiculaire à la direction, que dans la ligne antérieure; car il est évident qu'il persévérera; d'autant plus dans cette direction qu'il s'en écartera d'autant moins que le fluide lui opposera plus de force pour l'y retenir. Un globe, ainsi qu'on vient de le voir, n'est pas susceptible d'éprouver dans un milieu quelconque plus de résistance dans un sens que dans un autre; c'est donc encore sous ce point de vue le solide le moins propre à la direction.

D'après ces considérations les commissaires de l'Académie de Dijon ont pensé qu'en conservant à l'enveloppe du Gaz, qui est la principale partie de l'aérostat, la forme d'un globe, il falloit en même temps modifier cette forme; 1°. en lui adaptant une proue sur les principes établis par Newton & par les autres mathématiciens qui se sont occupés après lui à déterminer quelle espèce de solide devoit couvrir une base donnée, exposée au choc d'un fluide, pour que la résistance fût la moindre possible; 2°. en augmentant la surface des flancs de la machine, en proportion du volume du globe, & autant que le permettoit la force d'ascension sur laquelle toutes ces augmentations doivent être prises.

Pour remplir ces deux objets on avoit couvert la partie antérieure de l'aérostat de Dijon d'une proue dont les deux plans formoient un angle assez aigu, & qui, se prolongeant sur les côtés de l'aérostats, y produisoient une augmentation de surface équivalente à 159 pieds carrés (*Description de l'aérostat de Dijon.*)

Il y a des physiciens qui ont pensé que la forme d'aérostat la plus propre à la navigation aérienne étoit celle d'un cylindre dont la longueur horisontale seroit cinq à six fois plus grande que sa hauteur verticale, & dont la partie antérieure seroit terminée par un cône un peu allongé; de cette manière il divisera l'air avec plus de facilité, & éprouvera moins de résistance de la part du vent.

Plusieurs essais que j'ai faits en petit m'ont

prouvé qu'une des formes les plus avantageuses au mouvement qu'on puisse donner à un aérostat étoit celle du sphéroïde, dont le plus long axe est dans la direction horisontale. M. Joseph de Montgolfier m'a dit que c'étoit son avis, & son jugement est ici d'un grand poids.

Ce n'est pas assez d'avoir déterminé la forme la plus avantageuse de l'aérostat, il faut encore, pour assurer sa direction, pouvoir lui imprimer à volonté un mouvement capable de changer sa position, & même de le porter en avant sur la ligne donnée. On y parviendra sur-tout en y appliquant des forces mécaniques. Car, dit M. de Morveau, la force de recul de la fusée, ainsi que la force des vapeurs sortant de l'œolipile, & tous les autres moyens de ce genre ne peuvent être considérés, dans le cas particulier, que comme prenant sur l'air un point d'appui plus résistant à raison de leur extrême vîtesse. Or, la vîtesse imprimée par quelque cause que ce soit, est un élément qui entre nécessairement dans le calcul des forces méchaniques. « Ces moyens (pour le dire en passant) ne nous paroissent pas pouvoir être jamais d'une grande utilité, sur-tout pour une navigation un peu longue, non seulement à cause de la nécessité de les entretenir ou de les renouveler d'instant en instant, de la dépense, de l'embarras qui en résulteroient, & même du danger de la communication du feu, mais encore parce qu'on ne seroit jamais assuré d'appliquer ces forces à l'extrémité de la ligne qui partageroit l'aérostat dans la direction qu'on voudroit lui donner; que toutes les fois que l'on manqueroit ce point, leur action ne serviroit qu'à lui imprimer un mouvement de rotation sur lui-même, & qu'ainsi on seroit obligé de porter l'action de ces forces motrices en avant de la ligne que l'on voudroit faire suivre à l'aérostat, ce qui compliqueroit la machine, & en rendroit l'exécution encore plus difficile. Il ne reste donc réellement que l'application des léviers, de l'espèce de ceux qui prennent leur point d'appui sur un fluide, c'est-à-dire, un gouvernail & des rames ».

Les voiles sont inutiles, dit M. de Morveau, & peuvent même être dangereuses dans quelques circonstances. En effet, comme on le remarqua bientôt, le grand obstacle à la direction des machines aérostatiques, est qu'elles sont par elles-mêmes & de leur nature déjà trop fortes de voiles; car ce mot n'exprime qu'une grande surface destinée à recevoir l'impulsion du vent. M. le chevalier de Borda a fait voir dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1763, que la résistance d'une sphère étoit à l'un de ses grands cercles comme 1 est à 2, 44. Un globe de 27 pieds seulement de diamètre, éprouve donc de toutes parts la résistance ou l'action d'un fluide comme s'il lui présentoit réellement une surface plane de 242,87 pieds carrés. Que l'on demande maintenant quel pourroit être l'objet pour lequel on armeroit un pareil globe de nouvelles voiles; seroit-ce pour prendre le vent dans la ligne directe de son impulsion? Elles sont inutiles, il en a plus qu'il ne lui en faut pour décider sa marche, & même pour l'exposer déjà à une agitation violente, pour peu que les vents soient irréguliers ou impétueux. Est ce pour avoir la faculté de recevoir cette impulsion sur un plan oblique; mais la percussion qu'un corps reçoit obliquement, se décompose en deux mouvemens, dont l'un est parallèle au plan, & dont il ne faut plus faire état; si l'aîle d'un moulin à vent se meut, étant frappée sur un plan qui fait angle d'environ 55 dégrés avec la ligne du vent, c'est que des deux mouvemens dans lesquels se décompose l'impulsion oblique qu'elle reçoit, il y en a un détruit par la force qui la tient solidement infixée dans l'arbre. D'ailleurs le globe présentera toujours un de ces hémisphéres à l'action directe du vent, il faudra par conséquent un voile du double de surface, seulement pour faire équilibre à cette puissance contraire; & quand on pourroit tenir & disposer à volonté sur une aussi frêle machine, des voiles de 7 à 800 pieds de surface, on n'auroit encore qu'une déviation de quelques dégrés sur la vraie ligne du vent. Il n'en est pas de même des forces méchaniques, qui, agissant directement par des léviers dont la vîtesse n'est pas bornée, peuvent produire plus de mouvement avec moins de surface.

Il y en a qui ont cru pouvoir douter de la possibilité de diriger dans un seul fluide, ou de prendre point d'appui pour la direction, sur le fluide même dans lequel on est plongé; l'exemple des poissons nageant dans l'eau, des oiseaux volant dans l'air, leur démontre journellement leur erreur, ainsi qu'on l'a dit plus haut. La faculté que ces animaux ont de mouvoir à volonté leurs queues, leurs nageoires, leurs aîles, qui sont proprement des léviers mis en mouvement par la force musculaire, & prenant point d'appui sur le fluide environnant, leur suffit pour décider & accélérer leur marche; les moyens qu'ils emploient pour s'y diriger horisontalement, sont absolument indépendans de l'organisation qui les dispose à se mettre en équilibre avec ses fluides; ils sont même bien plus, sur-tout les oiseaux, que ce qui sera désormais nécessaire à l'homme placé dans l'aérostat, puisqu'ils sont obligés d'appliquer une parties de ces forces à suppléer ce qui leur manque de légéreté respective pour s'élever sans se mouvoir.

La navigation, à force de rames & sans voiles, nous offre encore un exemple bien frappant de cette puissance mécanique. La liberté de sortir la rame de l'eau pour éprouver moins de résis-

tance en allant chercher un point d'appui plus direct, est un avantage dont on a grande raison de profiter, mais qui n'est nullement essentiel; la marche pourroit être plus lente, elle ne seroit pas moins sûre par le coup de rame, en la tournant dans l'eau; le gouvernail placé à l'arrière, se meut dans ce fluide sans en sortir, & ne change pas moins la ligne de direction de la proue.

La résistance de l'air formant le seul point d'appui, on ne peut dissimuler qu'il sera peu favorable toutes les fois que ce fluide sera poussé par le vent dans la même direction que nos léviers devront le frapper; il suffira cependant que ces leviers soient mus avec plus de vîtesse, pour qu'il en résulte un choc; car, dans ce cas, l'air qui fuit & la rame qui le frappe, feront échange de leurs vîtesses. C'est ainsi que dans une riviere qui n'est pas trop rapide, on peut faire remonter une barque par le jeu des rames sur l'eau qui s'écoule. Même en prenant point d'appui sur un fluide qui est en repos ou qui se meut dans un sens différent, il y a encore un effet inutile résultant du mouvement que les pales impriment à ce fluide, & qui ne peut dès-lors communiquer aucune impulsion au point du navire contre lequel les pales agissent pour le faire marcher. M. Bernoulli a trouvé, par le calcul, que l'effet utile des rames étoit à leur effet entier, comme la racine carrée de la surface de toutes les pales réduites, en sorte qu'on puisse les considérer comme agissant sans interruption, est à la racine carrée de cette même quantité, plus la racine carrée de la surface plane, qui étant mue perpendiculairement à la longueur du navire, & avec la même vîtesse, éprouve la même résistance que la proue. Mais il est également certain que le point d'appui s'affermit en proportion de ce que la surface des rames augmente, tellement que s'il étoit possible de rendre cette surface infinie, la perte du mouvement seroit nulle, & le levier aussi puissant que s'il s'appuyoit sur un corps fixe. Il ne s'agit donc que de donner aux rames l'amplitude nécessaire pour rendre ce point d'appui suffisamment résistant. La différence de l'air & de l'eau n'exclut point l'application de ces principes; on peut bien dire que le premier de ces fluides cède & se déplace plus facilement que le premier, lorsqu'on ne considère que leurs volumes, mais la quantité de mouvement n'est jamais que le produit de la masse par la vîtesse; ainsi le plus ou le moins de densité du fluide ne fait que changer le rapport des volumes qui doivent être frappés pour produire une force donnée, & la résistance que le corps en mouvement éprouve de la part de ce fluide, est dans la même proportion.

La force des rames peut encore contribuer à augmenter la solidité du point d'appui; on démontre facilement que plus elles sont convexes du côté de la pression, plus on perd de la force qu'elle doit produire, & on observe au contraire que l'eau enveloppée par une surface concave résiste davantage, parce qu'ayant moins de facilité de s'échapper par les côtés, cette surface demeure plus long-temps chargée de toute la masse, ne pouvant la déplacer que dans la ligne de sa révolution. Il en sera de même de l'air, & quand il sera ainsi retenu, sa propriété élastique tournera à l'avantage du point d'appui, au lieu d'en diminuer la résistance. Ce moyen d'obtenir la même force avec une moindre amplitude de rames, devient sur-tout précieux dans des circonstances où l'excès de poids & de volume est également à redouter. Ces détails sont extraits de la troisième partie de la description de l'aérostat de l'académie de Dijon.

On a encore imaginé des rames à soupapes; la *figure* 176 en représente une, vue de côté; les soupapes sont un peu entr'ouvertes pour mieux laisser voir leur assemblage. Pour imprimer à un bateau, par le moyen des rames, il faut qu'elles puissent presser fortement l'air dans un sens, & n'éprouver qu'une foible résistance dans son retour. Afin que les rames aérostatiques puissent produire l'effet désiré sur un aérostat, M. Mathieu, de Nîmes, dans un Mémoire relatif à cet objet, a donné la description de ces rames à soupapes qui s'ouvrent dans un sens pour donner passage à l'air, lequel alors n'oppose aucune résistance, & qui dans le sens contraire frappent efficacement l'air, parce qu'elles sont fermées sans pouvoir s'ouvrir.

Si le voyageur qui est placé sur le devant du bateau volant, dit ce physicien, tournant le dos au point de direction, tire à lui vigoureusement le bras C du lévier, C, D, *figure* 177, la partie D, présentant une grande surface à l'air, celui-ci, s'opposant à son mouvement, doit, par sa réaction, obliger le bateau volant à décrire une ligne droite, dont la direction sera opposée au dos du rameur; les rames qui sont supportées par un axe, doivent, par leur propre poids, reprendre leur première position. Cette figure 177 fait voir les rames pardevant. M est la pédale que le rameur, placé sur le devant, doit faire mouvoir avec ses pieds; N sont les soupapes en cuir & à charniere.

On a proposé, comme un moyen de direction, un cylindre en forme d'axe, prolongé hors de la nacelle, & portant de chaque côté trois aîles de taffetas, enduit de gomme copale, chacune de 20 ou de 25 pieds de hauteur, & de 15 ou 20 de largeur. « Ces trois aîles, à égale distance l'une de l'autre, & arrangées en forme de roue, sont tendues d'un côté par des baguettes de bois transversales au cylindre, de l'autre par des

cordes, & ſuivent le mouvement de rotation qui leur eſt imprimé par le cylindre, au moyen d'une méchanique très-ſimple, comme celle d'un rouet à filer que l'on fait aller avec le pied, ou d'un poids que l'on laiſſe deſcendre, & que l'on remonte à ſon gré. Une groſſe bague de plomb coulant le long de chaque baguette tranſverſale, & entraînant avec elle des petites boucles de fer attachées au taffetas des aîles, tend chacune de ces aîles, à meſure qu'elle tourne de haut en bas, elle la replie ſur elle-même à meſure qu'elle tourne de bas en haut. On conçoit que par ce moyen l'impulſion du fluide ſe fait toujours en avant & jamais en arrière, puiſque les aîles ſont nulles en ſe relevant, & qu'elles ne ſont tendues qu'en s'abaiſſant ». Ce moyen eſt ingénieux; on le doit à M. Carra. La *figure* 163 le repréſente, & facilite l'intelligence de la deſcription qu'on vient de lire.

J'indiquerai également les aîles ou rames faites en forme d'éventail qu'on a imaginées, & qui, au moyen d'une méchanique très-ſimple, peuvent s'ouvrir & ſe fermer à volonté; les pattes des canards & autres oiſeaux aquatiques ont ſervi de modèle.

VI°. Des avantages des aéroſtats. On ne ſauroit douter des avantages multipliés que la phyſique & les arts qui en dépendent peuvent retirer de la découverte des aéroſtats. L'avantage précieux d'avoir été inſtruit de la brillante découverte du globe aéroſtatique par M. Joſeph de Montgolfier, avant que la capitale s'en occupât, & pendant notre commun ſéjour à Lyon, me fournit l'occaſion d'entrevoir un des premiers les avantages nombreux des aéroſtats. Dès le mois d'août de l'année 1783, je fis part de mes réflexions & de mes tentatives à pluſieurs membres de l'Académie de Beziers, où je me trouvai alors, & dans le mois de novembre ſuivant à la Société royale des Sciences de Montpellier. Je lus enſuite au mois de décembre, dans l'aſſemblée publique de l'Académie de Montpellier, un mémoire ſur ce ſujet, qui fut enſuite imprimé.

Le globe aéroſtatique pouvant élever un ou pluſieurs obſervateurs, il eſt bien évident qu'en examinant un thermomètre qu'on auroit porté, & en comparant les degrés de chaleur qui auront lieu à différentes hauteurs, avec ceux qui ſeront indiqués par un thermomètre placé à la ſurface de la terre, on verra une ſuite de différence bien propres à nous éclairer ſur la vraie marche du thermomètre, & à nous faire connoître la véritable échelle de la chaleur. Car, qu'on ne s'y trompe pas, on eſt bien éloigné de connoître la chaleur, je ne dis pas abſolue, mais même relative comparable; & preſque toutes les obſervations météorologiques faites juſqu'à préſent, ſont très-fautives, & ne peuvent être rendues exactes que par le moyen de celles qu'on fera avec la machine aéroſtatique. Cette aſſertion ayant l'air d'un paradoxe, il eſt néceſſaire de la juſtifier.

Perſonne n'ignore que lorqu'on obſerve les degrés de chaleur à un thermomètre quelconque, cet inſtrument doit être placé au nord, à l'abri des rayons directs du ſoleil, & même à l'abri de ceux qui ſeroient réfléchis par des murs, ou d'autres objets ſemblables. Sans ces précautions, les obſervations ne peuvent pas être comparables; & lorſqu'elles ne peuvent être comparées entre elles, elles ne ſont guères utiles que pour les pays où elles ſe font; elles ont alors l'inconvénient de celles qui furent faites dès l'origine de cet inſtrument avec le thermomètre de Drebel, de Florence, &c.

Lorſqu'on obſerve ſur la ſurface de la terre le thermomètre, les rayons réfléchis par la ſuperficie du globe, ſont ajoutés à ceux de la température de l'air, & en augmentent l'effet, ou quelquefois le diminuent dans les circonſtances d'un grand froid, quand le ſoleil ne brille pas ſur l'horiſon. Cet inconvénient ſeroit bien peu de choſe, ſi cette cauſe étrangère étoit la même par-tout; on connoîtroit les degrés de chaleur mixte, & des quantités égales étant mêlées aux réſultats, il n'y auroit aucune erreur. Mais les choſes ne ſont point ainſi; la cauſe étrangère dont nous avons parlé eſt variable, & empêche toute comparaiſon des effets.

La terre, à ſa ſurface, n'eſt pas compoſée des mêmes matières. Ici ce ſont des ſables, là des argiles, de la marne ou de la tourbe; d'un côté, des étangs & des marais; de l'autre, des rochers de granite, de ſchiſte, &c.; plus loin des bancs de pierre calcaire; en quelques endroits du ſilex, du quartz, des ſpaths, des terreins métalliques remplis de pyrites & de minéraux divers. Ces matières ſi différentes s'échauffent d'une façon qui eſt bien éloignée d'être la même; elles ne conſervent plus également la chaleur, & elles la réfléchiſſent ſur-tout d'une manière qui n'a rien de commun. Quoique la ſimple expoſition de ces vérités ſuffiſe pour les faire admettre, cependant je rapporterai des expériences & des obſervations qui la démontreront.

Au-deſſous de pluſieurs thermomètres parfaitement d'accord, j'ai placé des vaſes contenant différentes terres, ou de tritus de pierres, ainſi que des ſables ou graviers, & j'ai toujours obſervé une différence ſenſible entre ces divers thermomètres, quoique dans le même lieu & au même temps (les couleurs diverſes des ſubſtances de même nature contribuent beaucoup à la différence des réſultats; par exemple, des argiles noires ou blan-

ches produisent des effets dans lesquels on remarque des diversités notables), cet effet vient des surfaces réfléchissantes qui par la diversité de leur nature & de leurs effets, font naître des variations dans les résultats. On sait combien sont grandes les chaleurs de la plupart des contrées de l'Afrique & de toutes les plages maritimes, à cause de la grande quantité de sable qui les couvre. Tous les voyageurs & tous les observateurs sont d'accord sur ces faits. Ceux qui s'appliquent à la Météorologie, doivent donc ne pas négliger les observations géoponiques & lithologiques; & encore dans ces cas faudroit-il savoir quelle est la quantité de chaleur que chaque espèce de terre réfléchit, & qu'elle ajoute à celle de l'air, ce qui n'a point été fait jusqu'à présent. J'espère que bientôt mes occupations me permettront de publier le travail que j'ai fait sur ce sujet absolument neuf.

Les observations du thermomètre se faisant avec le globe aérostatique, sont par-là même dégagées de la réflexion des terres; car à une certaine hauteur cette cause peut être regardée comme nulle. Les résultats, dépouillés des circonstances variables, sont donc constans & comparables entre eux. Je puis encore ici invoquer l'expérience directe, & assurer qu'il y a une grande différence entre les résultats obtenus par ces deux méthodes. Plusieurs fois, au milieu d'un vaste jardin, placé sur une double échelle assez élevée, j'ai observé des thermomètres, tandis que d'autres instrumens de ce genre étoient près de la terre, & j'y ai toujours trouvé des diversités. D'autres fois, à 200 & 300 pieds au-dessus de la surface de la terre, au haut de certains dômes très-élevés, j'ai eu occasion de voir par moi-même combien les observations faites avec les thermomètres selon la méthode ordinaire, sont défectueuse, en comparant des thermomètres laissés près de la superficie de la terre, avec ceux qui étoient élevés à ces grandes hauteurs, & qui, pour que les résultats fussent plus approchés des véritables, étoient éloignés de la masse des dômes par de grandes perches auxquelles ils étoient attachés. Avec le globe aérostatique, un observateur élevé à une plus grande distance de la terre, obtiendra des résultats plus sûrs, & des différences plus marquées, qui serviront à répandre un nouveau jour sur la Thermométrie. Il en sera de même de cette partie de la Physique qui s'occupe des effets de la chaleur, ou plutôt de la température de l'atmosphère, relativement au corps humain, & à toute l'économie animale. On pourra comparer les effets produits dans une température donnée à différentes hauteurs; & de cette comparaison résulteront de nouvelles connoissances: cette source d'observations est très-féconde.

L'Hygrométrie, ou l'art de mesurer la quantité d'humidité & de siccité qui se trouve dans l'air, recevra un nouveau jour par le secours du globe aérostatique. En portant dans cette machine des hygromètres comparables, gradués selon les mêmes principes que ceux qu'on observera dans le même temps au lieu de départ de la machine, on verra mieux quelle est la loi que suit la marche de cet instrument, trop peu observé jusqu'à présent, lorsqu'on opposera les résultats obtenus dans les hautes régions de l'air, à ceux qui ont lieu près de la surface de la terre; on ne connoît jamais parfaitement les milieux que par les extrêmes.

Qui oseroit douter que l'air ne contienne une grande quantité d'eau en dissolution? Mille preuves l'attestent. Tous les acides tirés des minéraux, exposés à l'air libre, augmentent de poids; l'alkali fixe végétal a tant d'affinité avec les vapeurs aqueuses, qu'une dose quelconque devient trois fois plus pesante qu'elle n'étoit avant d'être exposé à l'air; une livre de ce sel tombé en deliquium, pesera ensuite trois livres. Ces expériences, & tant d'autres de ce genre, répétées par le moyen du globe aérostatique, nous faisant connoître la différence des quantités terrestres & aérostatiques, je veux dire des vapeurs aqueuses près de la superficie de la terre, ou beaucoup au-dessus, nous éclaireront sur la vertu dissolvante de l'air à diverses hauteurs.

Comme cette propriété a de grands rapports avec ce qui regarde l'évaporation de l'eau & des autres fluides, on pourra élever avec l'observateur aérostatique un atmomètre semblable ou dans des rapports connus, avec celui qui restera en expérience dans le lieu du départ. Les temps des observations correspondantes supposés les mêmes, & les surfaces exposées à l'évaporation, étant les plus grandes qu'il sera possible, on remarquera des effets plus sensibles, & les lois de l'évaporation, peu connues jusqu'ici, seront déterminées avec une exactitude qu'on n'a droit d'attendre que des expériences faites à des distances très-éloignées entre elles.

Ce qui regarde le baromètre étant très-connu, on seroit tenté de s'imaginer que la partie de la Physique qui traite de cet instrument, n'en recevra aucun avantage. Je suis bien éloigné de le penser, par la raison que l'air étant moins mêlé d'exhalaisons & de vapeurs, & conséquemment plus pur & plus élastique à une certaine hauteur, que près de la surface de notre globe, on pourra plutôt connoître quelles sont les hauteurs qui répondent aux différens abaissemens du mercure dans le baromètre; on verra si les variations qu'éprouve en divers temps la pression de l'air, sont entièrement conformes à celles qu'on observe sur la terre; si l'étendue de ces variations est renfermée dans

des limites plus étroites, & si la différence des hauteurs au-dessus de l'horison diminue l'étendue & la vîtesse de cette marche, comme l'élévation au-dessus du centre de la terre l'opère, ainsi qu'il conste des observations barométriques faites à l'équateur, & comparées à celles des régions plus proches du pôle. La marche majestueuse & tranquille du globe aérostatique, permettra presque toujours d'observer avec un baromètre ordinaire; d'autrefois, dans les changemens de vent, on pourra se servir de nouveaux baromètres aérostatiques que j'ai imaginés, à l'instar des baromètres marins employés sur les vaisseaux.

Par le secours du ballon aérostatique, on connoîtra les différentes densités de l'air, à des hauteurs plus ou moins grandes, en vidant à diverses élévations plusieurs flacons remplis d'eau, que l'air de l'atmosphère à ces hauteurs différentes remplacera, & qu'on pesera ensuite à la balance aérostatique, après les avoir rapportées sur la terre. Il est inutile de dire que les bouchons seront parfaitement *rodés*, & que pour plus de précaution on pourroit plonger l'orifice des flacons ainsi bouchés dans des bassins faits exprès, où seroit une petite portion d'eau que les balancemens du ballon ne pourroient faire verser; ce qui est facile à exécuter. Ces expériences, ainsi que les suivantes, répétées en différens temps, seront une source de connoissances.

Une des qualités de l'air qu'il importe le plus de connoître, me paroît être sa salubrité, & conséquemment son degré de pureté. On saura, en employant les Eudiomètres pour examiner les différentes portions d'air, quelles sont les élévations au-dessus de la surface de la terre où l'air est meilleur. On verra par le secours de ces nouveaux instrumens, que la Physique moderne a inventé pour *jauger* l'air, s'il est permis de parler ainsi, quelles sont les limites dans lesquelles l'air respirable est circonscrit; car c'est une erreur de croire que l'air est plus pur à une grande élévation dans l'atmosphère, puisque les expériences & les observations récentes prouvent que l'air ou gaz inflammable qui a plus de légéreté spécifique que l'air ordinaire, s'élève au-dessus de la basse région, & que ce gaz est nuisible à l'économie animale, & particulièrement à la respiration. M. de Saussure a observé que l'élévation moyenne entre 2 ou 300 toises au-dessus du niveau de la mer, est celle où l'air est plus favorable à la santé; & que l'air des montagnes élevées à plus de 5 ou 600 toises au-dessus de la mer, est même plus vicié que celui des plaines basses où l'air fixe domine. Pour faire l'expérience dont nous parlons, on prendra à différentes hauteurs déterminées des quantités d'air dans des flacons propres à être bien bouchés & étiquetés avec soin, afin de prévenir toute erreur.

Au retour du voyage aérostatique, l'observateur examinera ces diverses portions d'air, en employant l'eudiomètre à air nitreux ou plutôt l'eudiomètre à gaz inflammable. On sait que pour prendre de l'air d'un lieu déterminé, on y vide un vase rempli d'eau, qu'on ferme ensuite rapidement. On peut encore porter un globe vide d'air, qu'on n'ouvre qu'à telle hauteur pour le refermer de nouveau. Un volume d'air, pris ainsi à une grande élévation, se réduiroit à la moitié environ, lorsqu'il seroit sur terre.

Afin de mieux connoître les rapports de l'air avec l'économie animale, on pourra transporter des animaux foibles & languissans à différentes hauteurs, & examiner comment ils seront affectés dans un air de diverse pesanteur, de plus en plus raréfié, plus ou moins froid, d'une plus ou moins grande siccité, avec différens dégrés de chaleur, plus ou moins chargés de vapeurs & d'exhalaisons; en un mot, dont les qualités soient beaucoup éloignées de celles qu'il a près de la surface de notre globe. Qui oseroit croire que des voyages aérostatiques ne fussent très-utiles dans certaines maladies. Le changement d'air, qui est si différent à diverses hauteurs, ne seroit-il pas avantageux dans plusieurs circonstances? En y transportant différentes plantes, on verra aussi beaucoup mieux quels sont les rapports de l'air avec la végétation; on saura si les plantes qui, pour la plupart se plaisent dans l'air inflammable, souffriront dans la moyenne région de l'air, ou se comporteront comme les animaux dont la constitution paroît se plier assez bien à tous les changemens de climat, & soutenir toutes les vicissitudes les plus étonnantes, & les alternatives les plus rapides par lesquelles on les fait passer. Les expériences qu'on a faites sur le Pic de Ténérife & sur d'autres montagnes très-élevées, relativement aux saveurs & à l'impression des substances rapides, dans un air plus subtil sur l'organe du goût, recevront aussi leur complément. On saura quelles sont les substances qui perdront plus ou moins de leur sapidité; quelles sont celles qui resteront toujours savoureuses, comme le vin des Canaries, & les autres substances onctueuses, propres à adhérer à la langue, & à faire une impression plus marquée sur des papilles nerveuses.

En portant également dans le ballon aérostatique des substances odorantes, on fera des expériences analogues à celles dont nous venons de parler sur les saveurs, & la Physique, & même la Physiologie s'enrichiront par des expériences comparées, qui donneront le moyen le plus propre d'avoir des connoissances assurées.

Si les voyages faits en d'autres climats & sous d'autres cieux, si ceux qu'on a entrepris autour

du globe sont si curieux, si intéressans, si propres à reculer les bornes des Sciences par la comparaison des objets exotiques qu'ils nous offrent, pourrions-nous croire que ceux qu'on entreprendra au-dessus de notre globe, & dans les vastes régions de l'atmosphère, ne soient pas au moins aussi instructifs, & capables de piquer notre curiosité. Oui, bientôt nous verrons de hardis navigateurs aériens, des Colombs, des Vasco-de-Gama, des Bougainvilles, des Cooks, des Pagès, animés d'une noble ardeur, s'élancer dans les plaines des airs, & entreprendre, sous les auspices de la Physique & des Montgolfier, des voyages aérostatiques dans ces régions qui semblent interdites à l'homme, cet être de tous les êtres le plus foible, mais aussi celui qu'on doit regarder comme le plus audacieux des habitans de la terre.

C'est principalement dans les airs, où nul obstacle ne se fait sentir, qu'on pourra faire avec la plus grande précision des expériences sur le son. Celles que l'Académie des Sciences a faites plusieurs fois, parce qu'elle en sentoit l'importance, quoique très-bien exécutéessur la terre, doivent le céder à celles que feront deux observateurs placés sur deux globes aérostatiques, aux deux extrémités d'une base qui répondra à celle qu'on aura mesurée sur la terre. M. Joseph Montgolfier a prouvé, étant sur l'aérostat de Lyon à 1438 toises d'élévation, que les autres voyageurs & lui avoient été obligé d'élever la voix plus que de coutume pour se faire entendre lorsqu'ils se parloient; effet qui dépend du dégrés de raréfactions de l'air dans lequel les sons s'éteignent plus ou moins. A une moindre hauteur ne pourroit-on pas examiner si les lois de la propagation des sons souffrent quelque différence? Dans les expériences faites par les Maraldi, les Lacaille, les Cassini, &c., la surface de la terre, par tout raboteuse, & peu propre à la transmission des sons, a dû retarder par la multiplicité des obstacles dont elle est hérissée, la propagation du son, ce qui nous a empêché de connoître jusqu'à présent sa vraie vîtesse. On verra si le son grave, aigu, fort ou foible, se transmet uniformément avec la même vîtesse; s'il parcourt constamment 173 toises par seconde, ou si dans un air plus dégagé de vapeurs, cette vîtesse deviendra plus considérable; si le ressort de l'air sera plus grand, & les sons plus éclatans. Ces expériences seront faites avec des porte-voix, des cors de chasse, des clairons, des pistolets, des fusils, &c. On pourra faire de nouvelles expériences sur le ressort de l'air, en transportant une fontaine de compression, un fusil à vent, ou d'autres instrumens de ce genre, en les chargeant d'air, qu'on condensera étant sur le globe aérostatique, & qu'on mettra ensuite en expérience sur la terre. En comparant les résultats du même instrument avec ceux que donneront d'autres instrumens égaux, qui auront été chargés avec de l'air pris à la surface de la terre, on connoîtra alors, par voie d'expérience, si les jets d'eau & les balles seront lancés à des distances plus ou moins grandes; & ces connoissances nouvelles quelles qu'elles soient, confirmeront les idées déjà reçues, ou les rectifieront.

Les observateurs placés sur le globe aérostatique pourront connoître facilement la direction des vents, en prenant l'angle de la route qu'ils tiennent avec celle de l'aiguille d'une boussole; ils connoîtront également la vîtesse du vent, par la diminution apparente des objets connus. De petits anémomètres de diverses sortes, placés sur des aérostats, pourront encore dans l'instant où les vents changeront, servir à connoître leur nouvelle direction; l'intensité qu'ils acquerront alors, & leurs autres qualités, pourront être également estimées par divers moyens faciles à mettre en exécution. On sait que le vent qui règne sur la terre, est bien différent de celui qui a lieu dans la moyenne région, & celui-ci souvent opposé encore à celui de la région supérieure. On pourra donc faire les expériences que je viens de désigner, d'abord sur la terre, ensuite raz-de-terre, après dans l'air à différentes hauteurs, où le vent éprouvant moins d'obstacle que sur la surface de la terre, toute hérissée de rochers, de forêts, de maisons, &c., doit avoir une plus grande vîtesse.

S'il est quelque partie de la Physique qui ait droit d'attendre quelque secours particulier des aérostats, c'est sur-tout celle qui traite de l'électricité naturelle, objet non moins utile que brillant. Pour réussir à faire des expériences de ce genre, nous n'avons que quelques moyens; ce sont les grands conducteurs isolés, les fusées & les cerfs-volans électriques. Les premiers ne s'élèvent qu'à très-peu de distance de la surface de la terre; les seconds sont difficiles à employer & ne s'élèvent jamais bien haut; les troisièmes dépendent du vent, qui ne règne pas toujours, & réunissent encore les défauts précédens; de sorte que souvent l'électricité est très-forte dans les hautes régions de l'air, sans que nous puissions être assurés de son existence par des preuves de fait, c'est-à-dire, par des observations directes.

C'est par le secours seuls des aérostats que nous viendrons à bout d'aller soutirer le fluide électrique jusques dans les hautes régions de l'atmosphère, où aucun autre instrument ne peut être lancé. J'ai été le premier à annoncer cet avantage à mon retour de Paris, comme peuvent l'attester MM. de Montgolfier, pendant notre commun séjour à Lyon, & avant que l'un d'eux allât dans la capitale pour y faire l'expérience de la superbe découverte qui les a immortalisés.

Le moyen d'employer à cet effet le globe aérostatique, est de l'armer d'une ou de plusieurs pointes métalliques, & de filer avec des fils d'or la corde qui le retiendra. Si on isole, par le moyen d'un cordon de soie, ou par une tige de verre, ou de quelque autre manière cette corde, & qu'on ait soin de mettre à l'endroit de la jonction de la corde métallique avec la matière cohibente ou idio-électrique, c'est-à-dire, avec le cordon de soie ou de verre, un corps conducteur, tel qu'une boule ou un tube de métal, on tirera avec cet appareil, des étincelles électriques, tandis que souvent on n'en pourra obtenir aucune avec les autres. En appliquant le nouvel instrument appelé le condensateur, je suis venu à bout plusieurs fois de rendre visibles des étincelles, qui sans ce moyen ne l'auroient pas paru, & auroient fait juger qu'il n'y en avoit point, à des personnes peu instruites des propriétés du condensateur.

Non seulement on connoîtra l'existence de l'électricité de l'atmosphère, par les étincelles sensibles qu'on en tirera, mais encore son espèce, si elle est positive ou négative, par les divers moyens que nous avons décrits en traitant de l'électricité.

Cette source féconde d'électricité, & par conséquent d'expériences & d'observations étant ouverte, quelle masse de lumières n'en doit pas sortir? combien de découvertes nouvelles propres à confirmer les vérités déjà connues, n'en résulteront pas? Une belle expérience, que des recherches qui me sont propres m'ont fournies, est celles des aigrettes électriques qu'on voit sur la surface d'un globe aérostatique, sur les pointes métalliques qu'on y place. J'en mets une, formée d'un très-petit fil de fer, à l'extrémité supérieure, & d'autres en fil d'or en différens endroits de la surface; & la plupart d'entre elles, probablement celles qui sont convenablement aiguës, présentent quelquefois le phénomène curieux dont nous parlons, celui des aigrettes électriques. L'apparition de ce phénomène dépend non seulement d'un certain degré de force dans l'électricité, d'un temps sec, mais encore d'une élévation propre à cet effet. La foible lumière des aigrettes ne peut pas être distinguée à une grande hauteur, & la lumière du jour l'absorbe, pour ainsi dire, & l'empêche de paroître comme les étoiles. Aussi n'est-ce que sur le soir ou dans la nuit que cet effet doit être apperçu; & il a lieu, soit qu'on retienne le globe aérostatique par une corde électrique, ou par un simple petit fil d'or (selon l'intensité de force ascensionnelle), soit qu'on l'abandonne à lui-même.

Avec ce nouvel instrument, on répétera toutes les expériences qu'on peut faire avec les appareils électriques, attractions, répulsions, étincelles, commotions, fusion des métaux, & révivifications de leur chaux, &c.; & avec cette différence que la cause productive de ces effets ne sera pas sur la terre, mais dans les cieux où nous irons la puiser; source bien plus abondante & bien plus capable de ces grands effets, seuls propres à reculer les limites de la science.

L'élévation des aérostats, dans les hautes régions de l'atmosphère, à laquelle l'électricité de l'air, par son attraction, semble influer en partie, n'est-elle pas conséquemment une preuve de celle-ci? Pour en donner une idée, voici une expérience que j'ai faite depuis long-temps dans mes cours publics de Physique. Je présente au-dessous du grand conducteur d'une machine électrique, un petit aérostat ou globe en baudruche, rempli seulement d'air atmosphérique, & cet aérostat s'élève par un effet de l'attraction électrique, jusqu'à la hauteur où lui permet de monter le fil qui le retient. Lorsque je lâche un peu ce fil, le globe s'élève plus haut; si le fil est fixé, le petit aérostat reste suspendu en l'air malgré la force de la gravité, & son effort pour monter est très-sensible; enfin, abandonné à lui-même, il se porte au conducteur électrisé.

Comme on est assuré qu'il règne continuellement dans l'atmosphère une électricité considérable, & que le fluide électrique exerce une force d'attraction sur les corps non-électrisés qui sont renfermés dans la sphère d'activité, ainsi qu'il est prouvé par un grand nombre d'observations & d'expériences, on ne sauroit révoquer en doute l'influence que l'électricité de l'atmosphère a sur l'ascension & la suspension des aérostats (il en est de même de celle de tous ces corps légers qu'on appelle vapeurs & exhalaisons qui flottent dans l'atmosphère; leur élévation & leur suspension sont des effets de l'attraction & de la répulsion électrique, ainsi que je l'ai prouvé dans plusieurs mémoires).

Cette cause (l'électricité), dans les expériences précédentes, a produit ces deux phénomènes en petit; savoir, l'élévation & la suspension d'un petit aérostat, combinée en grand avec les autres causes que j'admets également, telles que la légereté spécifique du gaz inflammable, & celle de l'air raréfié par la combustion qui seules sont capables d'élever des aérostats, comme l'électricité seule les élève dans les expériences précédentes; cette cause, dis-je, l'électricité combinée en grand, doit donc concourir avec celle de la légereté spécifique à l'élévation & à la suspension des machines aérostatiques, ou du moins à les entretenir; c'est-à-dire, que si un aérostat est rempli d'un air raréfié par la chaleur ou de gaz inflammable, la différence des gravités spécifiques, & la vertu attractive du fluide

électrique de l'atmosphère, produiront une force ascensionnelle composée.

L'observation suivante, qu'on a faite plusieurs fois, ne semble-t-elle pas l'indiquer? Lorsqu'un aérostat, chargé par le feu, descend sur la terre, aussi-tôt qu'il en touche la surface, sa capacité est vidée entièrement, & le sommet du ballon s'affaissant subitement, touche la terre au même instant que la galerie est en contact avec sa surface. Cet effet, qui m'a été confirmé par M. Montgolfier, est inexplicable, si on n'a recours à l'électricité de l'atmosphère communiquée à l'aérostat, laquelle se dissipe avec la rapidité qui lui est propre dans le réservoir commun. C'est ce qu'observe également M. de Laurencin, dans sa lettre imprimée à M. de Montgolfier. « Mais en supposant avec quelque probabilité, dit-il, que la compression de l'air force, au moment où la descente s'achève, les parois de la Montgolfière à éclater, reste encore à demander pourquoi les toiles s'affaissent avec tant de promptitude, puisque, sans parler de l'air atmosphérique, qui seul paroîtroit devoir suffire à les tenir gonflées plus long-temps, il n'est pas concevable que le fluide produit par le feu, se soit dissipé d'avance, ou qu'il puisse se vider entièrement en deux ou trois secondes par une déchirure soudaine, quelque considérable qu'elle soit ».

La maniere dont M. J. Montgolfier conçoit cet effet, est différente de la mienne, qui est déduite des expériences précédentes. Voici l'explication qu'il en donne dans son mémoire à l'académie de Lyon; il dit : qu'avec son frère, il commença d'abord à élever des globes de papier & d'étoffe de soie par le moyen de l'air inflammable; qu'ensuite, avant que d'employer le feu, comme une méthode incomparablement plus économique pour des expériences en grand, il pensa que le fluide électrique pourroit être choisi pour agent principal. « Nous » crumes pouvoir trouver dans l'électricité des secours plus heureux; ayant observé que le fluide » électrique se répandoit particulièrement sur la » surface des corps, & qu'accumulé sur celle d'un » vase isolé, ce vase sembloit diminuer de pesanteur, nous présumâmes qu'il seroit possible de » faire enlever les corps les plus massifs en les électrisant, après avoir augmenté leur surface proportionnellement à leur pesanteur spécifique : » comme il arrive si une feuille d'or est enduite » d'huile, & qu'on la plonge dans le fond d'un » bassin plein d'eau, cette feuille s'élève jusqu'à la » superficie & surnage, parce que l'huile ayant » contracté un contact immédiat avec la feuille du » métal, ne peut en être séparée que par une force » inverse à l'épaisseur de l'enduit, lequel, par » cette adhérence & son poids spécifique, contrebalance celui de métal. Nous pensâmes que de » même le fluide électrique mouillant (si je puis » me servir de cette expression) le corps électrisé, » le couvre d'un enduit assez épais pour que son » volume, joint à celui de cet enduit, surpasse le » volume de l'air que l'un & l'autre déplace. Soumettant cette hypothèse au calcul, nous trouvâmes que, en supposant le poids du fluide électrique une quantité insensible, que les corps » électrisés fussent des globes, & que l'enduit de » matière électrique eût seulement l'épaisseur d'un » douzième de ligne, il suffiroit de diviser l'eau » en globules d'environ un cent vingtième de ligne, pour qu'elle fût d'une plus grande légereté » que l'air atmosphérique qu'elle déplaçoit. L'élévation des nuages dans certaines circonstances, » leur réduction en pluie lorsqu'ils approchent de » la terre, cette même pluie plus fréquente & plus » abondante sur les montagnes que dans les plaines; » enfin, les prompts écoulemens des nuages après » les grands coups de tonnerre, tout nous annonçoit » que ces lourdes masses ne devoient leur suspension sur nos têtes, qu'au fluide électrique dont » chacun des globules étoit enduit. Quoi qu'il en » soit de la vérité de cette théorie, l'expérience » y fut conforme. Plusieurs corps réduits en vapeur » dans des vaisseaux clos, s'allégèrent considérablement par l'introduction du fluide électrique. » Nous espérions le plus grand succès de cette » méthode; mais la nécessité d'avoir sans cesse communication avec la terre, pour se procurer de » nouveau fluide lorsqu'il en seroit besoin, nous » fit encore abandonner ce moyen, avec l'espoir » cependant qu'on en pourra tirer bon parti.

» Enfin, nous revinmes à une de nos premières » idées, de suppléer par le feu à la communication avec la terre, tant pour augmenter la couche du fluide électrique sur les vapeurs insérées » dans le vaisseau ascendant, que pour diviser les » mêmes vapeurs en plus petites molécules, & dilater le gaz dans lequel elles sont suspendues ».

La connoissance des météores est trop liée avec celle qui traite de l'électricité, pour qu'elle ne reçoive pas un nouvel éclat de la machine aérostatique. Un physicien zélé pour le progrès de nos connoissances, & cherchant à confirmer les brillantes découvertes du milieu de ce siècle par de nouvelles preuves qui leur donneront un nouvel accroissement, s'élevera par le moyen du globe aérostatique, jusques dans la région des orages; il y verra *intuitivement*, si l'on peut parler ainsi, l'électricité atmosphérique naître & s'accumuler, les éclairs se succéder, la foudre se former, s'étendre, s'élancer de nuages en nuages, les attirer, les repousser tour à tour, les réunir, les diviser alternativement, en les repoussant vers la terre pour la foudroyer, après leur avoir auparavant imprimé ces secousses violentes qui ébranlent l'atmosphère entière.

Ceux qui ont voyagé sur les hautes montagnes, ont vu plusieurs fois la foudre se former sous leurs

pieds; un de ceux qui se sont trouvés dans les circonstances les plus favorables, est le P. Lozeran. La description curieuse qu'il a donnée de ce météore, dans un temps où l'électricité n'étoit pas connue, annonce que de brillantes découvertes dans ce genre, sont réservées à l'observateur hardi qui le premier, sur les aîles du globe aérostatique, s'élancera dans ces hautes régions où se forment les tempêtes. Quel plaisir, & combien il sera doux pour l'heureux physicien qui aura à sa disposition un globe convenable! Quelle satisfaction d'être au sein des orages & de la foudre, de braver ses carreaux sans avoir rien à redouter! Car l'observateur aérostatique, électrisé par égalité avec le milieu environnant, c'est-à-dire, au même degré de l'électricité que la moyenne région où il se trouvera, n'aura rien à craindre de la foudre, elle ne pourra point s'élancer sur lui. Ici l'observateur est électrisé comme la foudre; il en fait partie, & peut être avec raison appelé un *homme-foudre*. Or, il est de principe, & l'expérience la plus constante démontre qu'un corps électrisé ne peut lancer une étincelle sur une autre, si celui-ci est électrisé de même que le premier.

Comme plusieurs personnes, peu familiarisées avec les expériences d'électricité, s'imaginent qu'un aérostat rempli de gaz inflammable & élevé au milieu des nuages orageux & électriques, présenteroit des dangers, sur-tout si une étincelle électrique s'y portoit, pour dissiper ces craintes, j'ai fait les expériences suivantes.

Après avoir rempli un petit globe aérostatique de gaz inflammable, combiné avec l'air atmosphérique dans les proportions convenables pour opérer la plus forte détonnation, je l'ai placé sur le premier conducteur; & quelqu'ait été le temps de la première électrisation, il n'y a point eu d'inflammation ni de détonnation: on a répété l'expérience avec des aérostats semblables, faits, 1°. en taffetas, 2°. en papier, 3°. en métal, & le résultat a toujours été le même.

Afin de confirmer cette assertion par d'autres expériences, j'ai présenté des pointes métalliques & des tiges arrondies à la surface de ces globes divers pour en tirer des aigrettes & des étincelles, & jamais la détonnation n'a eu lieu. Pour montrer ensuite que cet air étoit réellement inflammable, j'ai retiré ce globe de dessus le conducteur, & par un autre procédé, j'ai opéré la détonnation. On peut répéter très-facilement cette expérience avec un pistolet de Volta.

Pour la rendre encore plus concluante, j'ai fait traverser dans l'intérieur d'un aérostat métallique, une longue tige de métal bien soudée aux deux insertions, à l'entrée & à la sortie; l'appareil rempli de gaz inflammable combiné avec celui de l'atmosphère, a été suspendu au conducteur par son extrémité supérieure; & soit qu'on l'ait électrisé à l'ordinaire, soit qu'on ait attaché au bout inférieur de la tige une chaîne qui traînoit sur le plancher, ou qui en étoit peu éloignée, soit qu'après avoir ôté la chaîne, on ait tiré des étincelles de différens points de la tige qui traversoit le vase, & de ce dernier également, soit enfin qu'on ait déchargé une bouteille de Leyde par la tige de l'appareil, il n'y a eu aucune détonnation. Par le procédé dont nous avons parlé ci-dessus, on a ensuite allumé le gaz inflammable contenu, en tirant une étincelle d'une petite tige de cuivre renfermée en partie dans un tuyau de verre, & insérée dans le petit aérostat, à la manière des pistolets électriques; & pour le dire en passant, ces expériences prouvent également qu'il n'y a aucun danger de faire traverser les paratonnerres dans les fosses d'aisance & dans les magasins à poudre, les tiges des paratonnerres étant prolongées au-delà de ces endroits, sans aucune solution de continuité, & aboutissant, comme on le fait ordinairement à des eaux stagnantes. L'expérience a complettement confirmé cette vérité, lorsque j'ai rempli non seulement de gaz inflammable, mais encore de poudre, les appareils qui représentoient ces divers bâtimens.

L'aéronaute physicien pourra voir, dans d'autres occasions, & dans leur séjour natal, les globes de feu qui presque toujours portent l'épouvante dans l'ame des spectateurs terrestres; ces feux qui s'allument si souvent dans l'atmosphère, & que le peuple nomme des étoiles errantes; ceux qui prennent quelquefois des formes bisarres, & à qui les anciens donnèrent des noms qui le sont encore plus. Il lui sera permis sur-tout d'examiner attentivement jusques dans les hautes régions, les causes de ce magnifique spectacle, dont la nature, dans ses jours de magnificence, pare si souvent le ciel qu'elle embellit de nouveaux feux (l'aurore boréale), dont les figures variés & animées de mouvemens divers, frappent toujours d'admiration la terre étonnée.

Cet instrument fécond en merveilles utiles, le globe aérostatique, lui fournira encore les moyens de connoître mieux les causes des météores aqueux, de la pluie, de la neige, de la grêle, des brouillards, les ressorts secrets qui les mettent en jeu, élèvent, réunissent, ou précipitent les vapeurs. On auroit pu savoir, par exemple, par le moyen des aérostats, qu'elle a été la hauteur du brouillard sec de 1783. « A l'égard de l'élévation de la vapeur, dit M Sennebier, je doute qu'on en ait atteint les limites; un ballon aérostatique auroit pu peut-être en faire toiser la hauteur ». Ce brouillard étoit plus élevé que le Jura & les Alpes.

Le physicien aérostatique transportant dans la moyenne région, de la glace prise sur la terre,

connoîtra jusqu'à quel point sa dureté augmentera; il verra si de l'eau s'y gelera; si des vapeurs qu'il formera de différentes manières, se métamorphoseront en neige; la nature des halo ou couronnes, des parhélies, des parasélènes, lui sera devoilée. M. de Morveau étant sur l'aérostat de Dijon, a vu des parhélies. L'arc-en ciel ne sera plus un arc mais un cercle entier orné des plus brillantes couleurs, ou plutôt un assemblage de plusieurs cercles concentriques, dont rien n'égalera la magnificence.

Si ce physicien aérostatique est armé d'un prisme pour décomposer la lumière, quel succès n'auront pas ses expériences, puisque l'air qui en sera le théâtre, dégagé d'une infinité de vapeur & d'exhalaisons qui le vicient, aura toute la pureté désirable, & que nul obstacle ne s'opposant à la réussite de l'expérience, les résultats auront toute l'étendue & toute la certitude qu'on pourroit désirer. Quelle satisfaction sur-tout s'il porte une chambre obscure, ou d'autres machines de ce genre, faites avec des verres convenables, il pourra, à une hauteur proportionnée, voir une plus grande étendue de terrein qu'on n'en aperçoit communément, & il n'aura rien à envier à ces animaux altiers qui fixent l'astre du jour, qui fendent les plaines de l'air, & qui, planant au-dessus de nos têtes, jouissent pleinement de ce coup-d'œil qui embrasse une immensité d'objets, & que l'indigence de notre langue ne nous permet de désigner que par le mot *de vue d'oiseaux*. De là, combien la perspective n'en tirera-t-elle pas d'avantages; &, osons le dire, la Topographie, la Corographie, & la Géographie en général, en recevront une utilité qu'il est plus facile d'apercevoir que d'exposer. Le navigateur aérostatique, plus heureux que les pilotes qui jettent la sonde, & jugent de la nature des fonds par celle des sables qu'ils en retirent, pourra lire au fond de l'air & sur la surface de la terre, la nature des substances qui sont au-dessous de lui. Sa vue, au moins armée de ces instrumens que fournit l'optique, d'une lunette ou d'un télescope, pourra connoître les pays de montagnes & ceux de plaine; l'étendue des marais, les sinuosités des rivières & des fleuves, l'élévation & les chaînes des montagnes, le nombre des forêts & celui des villes, & tout ce qui couvre la surface de la partie du globe au-dessus de laquelle il est élevé.

Ces réflexions nous conduisent à d'autres d'un genre différent, & qui sont des conséquences des premières; c'est que le globe aérostatique sera très-utile dans une armée pour découvrir la position de celle de l'ennemi, ses manœuvres, ses marches, ses dispositions, & les annoncer par des signaux : il en sera de même en mer. Ceci n'est plus une simple conjecture, mais un fait de la dernière certitude. M. Giroud de Villette ayant été élevé en un quart de minute le 19 octobre avec M. Pilate de Rozier, à 400 pieds environ au-dessus de la terre, par le moyen de la machine aérostatique de M. de Montgolfier, distingua très-bien les boulevards, depuis la porte Saint-Antoine jusqu'à celle de Saint-Martin, tous couverts d'une multitude innombrable de personnes, qui paroissoient former une plate bande allongée de fleurs variées; il découvrit en même temps la butte de Montmartre, Neuilli, Saint-Cloud, Sève, Issy, Ivri, Charenton, Choisi, &c.

L'art de la guerre en retirera des avantages d'un genre inespéré jusqu'à ce jour; la justice exige de dire que toutes les idées qu'on a eues à ce sujet, sont dues à MM. de Montgolfier. Ils m'ont assuré qu'ils auroient pu jeter des hommes dans Gibraltar; & on doit convenir, d'après les brillantes expériences, dont les papiers publics nous ont entretenu, qu'il n'est point de place, quelle que soit sa position, ses moyens de défense, ses forces, &c., dans laquelle on ne puisse faire passer plusieurs hommes, au moins à différentes reprises. Quel moyen efficace opposeroit-on? Il n'en est aucun parmi ceux qu'on pourroit croire être tels, qu'un examen ordinaire ne démontre très-impuissant. Quelle difficulté pour pointer le canon contre un globe aérien, élevé presqu'au zénith de la batterie, & qui d'ailleurs a la faculté de s'elever, de s'abaisser à son gré, de marcher au milieu des ombres de la nuit; quoi qu'il en soit, ce moyen de jeter des ennemis dans des places assiégées, est de tous ceux qu'on a tentés jusqu'ici, celui auquel il est plus difficile d'opposer des obstacles assurés. On peut encore très-facilement faire sortir d'une place assiégée, des personnages importans, soit pour éviter qu'ils ne soient prisonniers, soit pour donner des avis essentiels à leurs alliés. Oseroit-on douter qu'un militaire hardi, monté sur un globe aérostatique, & muni de différentes pièces d'artifice, ne puisse mettre le feu à des magasins à poudre ou à des vaisseaux, qui contiennent les uns & les autres tant de matières infiniment combustibles? Ce moyen n'est-il pas le plus redoutable de ceux que l'art infernal de détruire les hommes ait inventés. Et que peut-on opposer à ce guerrier porté sur l'aîle des vents, qui du haut du séjour des airs, lance le feu & la flamme sur les vaisseaux & sur les magasins à poudre?

On sait combien l'art des signaux est utile à la guerre, soit sur terre, soit sur mer; la distance des lieux où on voudroit les faire parvenir, est quelquefois si grande dans certaines circonstances, que les moyens ordinaires ne suffisent pas. Souvent le sort d'une ville, celui d'une armée, &c., dépendent d'un signal qu'on apercevra; l'histoire de tous les temps, & sur-tout celle de nos jours, ne l'ont que trop prouvé. Pour cet effet, on suspendra aux aérostats divers artifices, dont les mèches devront durer plus ou moins de temps, afin qu'ils

n'éclatent qu'à certaines élévations; l'espèce & le nombre des pièces d'artifice, dont on sera convenu secretement, seront d'excellens signaux, vus de très-loin, & dont le langage conventionnel ne pourra être entendu des ennemis. Si on veut simplifier ce moyen, on pourra se contenter d'ajouter à l'aérostat des transparens, dont les couleurs différemment combinées seront autant de signaux. Ces moyens proposés ne sont point de ceux qui ne peuvent être réalisés; car ils ont déjà été employées dans d'autres vues, comme dans une fête qu'on donna à Lyon au prince Potoki, & dans laquelle M. J. Mongolfier les imagina; nous en parlerons bientôt.

On a proposé de se servir des aérostats, lorsqu'on auroit à traverser des déserts arides où l'on manqueroit d'eau & des autres choses nécessaires, où l'on craindroit d'être enseveli sous des monceaux de sable que le vent transporteroit, ou lorsqu'on redouteroit de passer par des pays où la peste feroit de grands ravages, &c.

Quelqu'un a imaginé, si on vouloit donner un avis par la voie de mer, le plus promptement possible, & qu'on dépêchât à cet effet un bâtiment très-lèger, de faire soutenir une partie considérable du poids de ce bâtiment par un aérostat; alors le bâtiment tirant beaucoup moins d'eau, & éprouvant ainsi une bien moindre résistance de la part de ce fluide, seroit susceptible d'une vîtesse beaucoup plus grande.

Mais revenons à la science qui nous occupe principalement. La partie de la Physique qui traite du feu, retirera de grands avantages du globe aérostatique, de même que celles qui ont pour objet l'électricité & la lumière. On sait que l'air est nécessaire au feu, & que s'il est vicié par des exhalaisons méphitiques, ou s'il est trop raréfié, le feu s'y éteint. En examinant la manière dont la flamme des bougies, & d'autres matières combustibles allumées, se comportent à différentes élévations, on en connoîtra mieux ce qui regarde le feu & l'influence de l'air sur lui; & quoique sur cet objet il y ait beaucoup de choses connues, il y en a encore plus à découvrir.

En comparant l'éclat des lumières, l'activité du feu & sa durée dans les hautes régions, avec ces mêmes effets près de la surface de la terre, en portant du pyrophore, du phosphore, de la poudre à canon, de la poudre fulminante, en produisant différentes détonnations, plusieurs espèces d'effervescences & même de fermentations, en opérant des mélanges divers, des combinaisons de tous les genres avec divers acides & alkalis, en répétant dans le vaste laboratoire des airs la plupart des opérations de Pyrotechnie & de Chimie, on obtiendra de nouvelles connoissances & une Chimie nouvelle, à laquelle on pourroit donner le nom de Chimie aérostatique. Il me suffit d'indiquer ici cette route nouvelle, à laquelle on ne paroît pas avoir encore pensé, & de dire qu'il n'est aucune opération de Pyrotechnie, de Chimie, & des Sciences analogues, qu'on ne puisse répéter dans les plaines de l'air, soit qu'on emploie certains moyens faciles, quoique peu usités, soit qu'on les exécute en petit. Je ne propose point de porter le fourneau de Macquer dans un globe, mais d'avoir des chalumeaux, & le petit appareil qu'on nomme le laboratoire de campagne, qu'on peut mettre facilement dans une poche, dont Bergman, les suédois & les allemands, nos maîtres dans l'art des mines, se sont servis avantageusement, & avec lequel on fond, en moins d'une minute, les minéraux les plus rebelles.

La Mécanique, cette partie de la Physique si utile aux arts & à la société, trouvera certainement de nouveaux secours dans la machine aérostatique. Quel appareil de leviers, de poulies, de treuils, de roues, de grues, de chèvres n'a-t-il pas fallu employer pour élever ces obélisques fameux qui embellissent la capitale du monde chrétien. A combien de procédés nouveaux n'a-t-on pas dû avoir recours, lorsqu'en dernier lieu on a voulu transporter d'un endroit du capitole à l'autre un piédestal énorme? Un grand ballon aérostatique construit d'après les lumières que donne le calcul, auroit suffi à la place de tout cet appareil dispendieux dont on s'est servi. C'est donc avec raison qu'on a dit que par le moyen des globes aérostatiques, on pourroit transporter & conduire des fardeaux énormes. Par le globe on peut les élever en cherchant, le poids étant donné, quelle est la différence spécifique de la pesanteur de l'air déplacé, & du fluide renfermé dans la même capacité, qui seroit suffisante pour produire cet effet? Tout le monde en convient, & les expériences faites jusqu'à ce jour ne permettent pas d'en douter. Or, pour transporter des fardeaux, quels qu'ils soient, il faut une moindre force que pour les faire monter à une hauteur déterminée, & avec une certaine vîtesse; il est donc plus facile de transporter des masses quelconques avec le globe aérostatique, que de les élever comme on l'a fait. Voici le principe sur lequel est fondé cette vérité.

Pour élever un corps par le moyen du globe aérostatique, il faut qu'il y ait, entre le poids de l'air déplacé, & celui du fluide renfermé, une différence proportionnelle à la masse de ce corps; mais lorsqu'il est soutenu en équilibre, il ne faut, toutes choses égales, qu'une petite force pour le faire mouvoir. Un exemple facile éclaircira ce que nous disons. Supposons qu'un corps plus pesant soit au fond d'un fleuve, pour l'élever, il faut ajouter à sa masse un corps qui, par son union avec lui, le rende plus léger respectivement qu'un vo-

lume égal de fluide dans lequel il est plongé, & produise par cette association une force ascensionnelle. Ce corps surnageant ensuite sur l'eau, un foible degré de mouvement suffira pour le faire mouvoir, & conséquemment pour le transporter. Jetons les yeux sur un radeau ou un bateau fortement chargé, on verra bientôt que l'équilibre hydrostatique existant, un homme ou un cheval suffisent pour les transporter sur une eau tranquille, & que pour augmenter l'intensité du mouvement, il suffit de multiplier le nombre des forces motrices. Eh bien! si on a déjà construit un globe aérostatique d'une grandeur proportionnée au poids qu'on veut soutenir en l'air, & que l'équilibre s'y trouve, le globe & la masse resteront suspendus dans l'air; & dans cet état, un cheval ou un homme qui le tireroient avec une corde, seroient capables de déterminer le globe & le poids à se mouvoir dans une direction horisontale, & il ne faut pas plus de force pour le tirer ou le transporter d'un lieu dans un autre, que pour tirer sur un canal un radeau ou un bateau chargé.

Si quelqu'un doutoit de cette vérité, il pourroit se rappeler que si deux bassins de balance sont chargés chacun d'une livre, de cent mille ou de mille milliards de livres, l'équilibre y étant par le moyen des deux poids qui se contrebalancent, un petit poids surajouté, & si la balance est bien faite, un atome seroit capable de la faire pencher d'un côté, c'est-à-dire de produire le mouvement & le transport local; de cette manière on pourroit faire des chariots, des voitures & des messageries qui iroient à fleur de terre, si je puis parler ainsi. N'a-t-on pas fait il y a quelques années, en Hollande, des charriots à voile qui étoient mus par le vent sur la surface des chemins publics. C'est par des moyens de cette espèce qu'on pourra arracher des pilotis, enlever des arbres des lieux inaccessibles, tirer des vaisseaux submergés, &c. &c.

Combien de connoissances précieuses n'acquerra-t-on pas sur cette partie précieuse de la Dynamique, qui s'occupe de la chûte des graves? On ne fera, je le sais, que confirmer par des expériences plus en grand, que ne l'avoient fait Grimaldi, Riccioli, & Desaguliers, la belle théorie de Galilée, sur l'accélération des graves, & sur les lois qu'ils suivent. Mais au lieu de ne laisser tomber des boules de différentes matières que d'une hauteur égale à celle de la coupole de Saint-Paul de Londres, c'est-à-dire, de deux cents soixante & douze pieds d'Angleterre, on pourra répéter l'expérience à une hauteur beaucoup plus grande, & connoître non les lois de l'accélération, bien déterminées, mais celles que suit la résistance de l'air, & savoir après quel espace parcouru le mouvement accéléré se changera en mouvement sensiblement uniforme, &c. Un observateur aérostatique, lâchant à une certaine hauteur des boules de diverses matières & de volumes différens à un instant déterminé, & connu par une bonne montre à secondes, d'accord avec une pendule qui seroit devant les yeux d'un observateur placé sur la terre, il seroit facile de déterminer tout ce qui a rapport à cet objet. (*V.* le mot PARACHUTE).

Plusieurs autres parties de la Physique dont nous n'avons pas parlé, recevront également un nouveau jour & une nouvelle certitude de la science aérostatique; plusieurs d'entre elles ont besoin d'être refondues dans ce nouveau creuset, si on peut parler ainsi, pour les séparer de tout alliage. Qui sait, par exemple, si la direction de l'aimant, sa déclinaison, si son inclinaison ne feront pas plus régulières dans les globes que sur la terre, où différentes causes peuvent les altérer & les faire varier? Qui sait si, ...

Quel avantage pour un astronome de pouvoir observer au-dessus des nuages qui si souvent couvrent le ciel aux habitans de la terre. Quelquefois on a entrepris des voyages intéressans pour faire de ces observations rares, qui ne se présentent qu'au bout d'un grand nombre d'années, & qui font époque dans l'histoire des Siences. Un ciel couvert a, dans certaines circonstances, rendu les voyages de nul effet, & a occasionné de l'incertitude dans les résultats de plusieurs observations qui devoient être correspondantes à celles qui ont manqué. L'invention des globes aérostatiques fournira à l'avenir des ressources assurées contre de pareils accidens. De plus, les réfractions ne feront pas si grandes, les rayons de lumière traversant une masse d'air de moindre épaisseur, & cet air étant de plus en plus moins dense, & moins mêlé de vapeurs & d'exhalaisons.

M. de Morveau, dès le 18 novembre 1783, avoit pensé à appliquer la découverte de MM. de Montgolfier, à l'extraction des eaux dans les profondeurs des mines, ainsi qu'il conste par son mémoire lu à l'académie de Dijon. Jusqu'alors on avoit pensé à extraire des souterrains où l'on fait le travail des mines, les eaux qui affluent sans cesse, soit en creusant des réservoirs, & faisant venir par des canaux des eaux de loin, pour faire mouvoir des pompes, soit en les faisant aller par des chevaux; la pompe à feu, dont les effets si puissans, ne peut être employée que dans les mines de charbon, où leur consommation devient encore un objet très-considérable & fort onéreux, ainsi que le prouve la pompe à feu de Montrelais en Bretagne, par exemple, qui consomme près de six quintaux par heure, ou 40 bennes en douze heures que dure le travail.

Il est donc à propos d'examiner si on ne pourroit pas suppléer à ces moyens par d'autres, & s'il ne

seroit pas possible de tirer parti de la découverte des aérostats pour les épuisemens.

On reconnoîtra d'abord qu'on ne peut loger ces ballons dans l'intérieur des puits; l'air plus pesant des souterrains seroit sans doute un avantage, mais le diamètre qu'ils exigent, ne permet pas cette spéculation. Il ne faut pas non plus songer à les placer immédiatement au-dessus, parce qu'ils n'agiroient dans cette situation que pour élever, & on a bien plus besoin de force descendante, puisqu'il n'y a que les pompes foulantes qui puissent servir à l'épuisement des eaux, au-dessus de trente-deux pieds; & parce que cette disposition seroit très-dangereuse pour ceux qui se trouveroient dans les souterreins, si le globe venoit à s'enflammer; c'est pourquoi il faut le placer à quelque distance.

Supposons un globe AA, *figure* 164, de 60 pieds de diamètre, d'environ 11,310 pieds de surface, que l'on peut construire assez solidement en grosse toile, avec papier collé en dedans & en dehors, & celui du dehors verni, sans qu'il pèse plus de 14 à 1500 livres, compris la carcasse intérieure. Un pareil globe déplaçant 108,000 pieds cubes d'air, lorsqu'il sera rempli d'air dilaté par la chaleur, & moitié moins pesant que l'air commun, il jouira dans ce fluide d'une légèreté respective ou force d'ascension égale à 3710 livres.

M. de Morveau applique cette force à la bascule BC, à laquelle le globe tendant à s'élever, la communique par la poulie de renvoi D. Mais le levier C de cette bascule étant double du levier B, il est évident que ce dernier peut être chargé d'un poids double, c'est-à-dire, 7420. Cette somme peut être réduite à 6000 à cause des frottemens; ensuite on placera un corps de cette pesanteur E sur le piston d'une pompe foulante F, placée au fond du puits G : de manière que ce corps pesant ne puisse se déranger de la ligne perpendiculaire, & qu'il fasse glisser la tige du piston dans les collets qui l'assujetissent, dès que la chaîne de suspension se détend par le retour du bras B de la bascule.

Il est évident qu'en jetant dans le réchaud H de la paille, des feuilles sèches, des copeaux de bois, des mottes de tanneurs, ou autres matières capables de donner une flamme vive & prompte, mais qui ait peu de consistance, cette flamme s'élevera bientôt dans le globe au-dessous duquel le réchaud est suspendu; il se remplira donc de cet air chaud, dilaté, qui, gagnant le dessus, pressera par son ressort l'air plus condensé, & le forcera à descendre & à sortir par le col du ballon K. Alors le globe se trouvant une fois plus léger que l'air dans lequel il est plongé, fera baisser le levier C, jusqu'à ce qu'il repose sur le madrier L; de sorte que le poids de 6000, E, ainsi que le manche du piston auquel il est attaché, monteront de M en N, & forceront ainsi l'eau à entrer dans le corps de pompe par le clapet inférieur. Mais si on cesse d'entretenir la flamme du réchaud, l'air du ballon se condense; il ne peut plus faire équilibre au poids E, qui reprend toute son énergie, & l'eau foulée par une force de 6000 livres, ouvre le clapet latéral, & monte successivement dans le tuyau de pompe O, jusqu'à ce qu'elle sorte enfin en P. Cette force de six milliers pourroit suffire au jeu d'une pompe, dont les tuyaux auroient huit pouces de diamètre, & 140 pieds & plus de hauteur, puisqu'une pareille colonne ne peseroit pas tout à fait quatre-vingt-quatre pieds cubes d'eau, ou 5880 livres.

Si on désiroit de rendre l'alternative de condensation plus rapide, comme on le fait par l'injection dans la pompe à feu, on en viendroit à bout avec un fort soufflet, qui pousseroit de l'air frais dans l'intérieur, ou encore mieux une large soupape en Q, qui s'ouvrira d'elle-même au point donné par la tension du cordon R. On pourroit encore, au lieu d'un cordon, mettre une chaînette dans la partie qui avoisine le feu; & dans ce cas, il seroit plus avantageux de la faire tirer horisontalement, sans poulie de renvoi.

Cette machine coûteroit moins que la plupart de celles qui sont en usage pour le même objet; & sa dépense journalière seroit sur-tout fort au-dessous de celle des pompes à feu que l'on regarde comme les plus avantageuses; de plus, on pourroit facilement mettre l'aérostat à l'abri des vents.

Dans cette figure, on n'a représenté qu'une portion du contour inférieur A, H, A du ballon; on peut le continuer par la pensée, & supposer la soupape Q au sommet de l'aérostat, en prolongeant également le cordon R Q.

Après avoir parlé des avantages principaux que les aérostats fournissent à la Physique, on nous pardonnera peut-être de dire ici deux mots sur une application qu'on en a faite dans d'autres circonstances. A l'occasion de la naissance des deux infants d'Espagne, le duc de Crillon donna, le 1[er] octobre 1783, une brillante fête dans le bois de Boulogne, où se rendirent les ambassadeurs & ministres, les princes étrangers, &c. On éleva sur la grande esplanade, en face du renelag, un globe aérostatique à gaz inflammable, de six pieds quatre pouces de diamètre, au bas duquel pendoit un transparent à double face, où on lisoit distinctement des vers analogues au sujet de la fête. Ce globe fut retenu à la volonté de l'ingénieur, à la hauteur de deux ou trois toises pendant plusieurs minutes, & pour procurer une facile lecture des vers du transparent, on le faisoit tourner, monter & descendre au gré des spectateurs. Lorsqu'on lui eut donné la liberté, il s'éleva majestueusement

dans les airs au son d'une superbe musique. On le suivit ensuite très-long-temps de vue à la lueur du transparent, jusqu'au moment où par sa hauteur prodigieuse, il parut prendre place & se confondre parmi les étoiles; il ne faisoit point de vent : il monta presque en droite ligne; après avoir resté douze heures en l'air, il tomba à Madrid dans le même bois de Boulogne, à fort peu de distance, sans autre dommage qu'un trou très-petit à la partie supérieure.

Dès le 18 novembre 1783, M. Montgolfier imagina à Lyon un nouveau spectacle dans le genre aérostatique. Vers les neuf heures & un quart du soir, on fit partir de la rive du Rhône opposée à la ville, un aérostat chargé d'artifice. Cette machine étoit faite en papier brouillard; sa forme étoit pyramidale, ayant de hauteur vingt-quatre pieds, & à sa base douze pieds en quarré; des rubans de fil le traversoient de distance en distance pour le tenir rassemblé, & empêcher qu'il ne se déchirât par l'effort de l'air dont il déplaçoit environ 1200 pieds cubes; il étoit terminé dans sa partie inférieure par un transparent de papier rouge, qui présentoit une ouverture de sept pieds, en dedans de laquelle étoit un réchaud d'un pied de diamètre, rempli de papier ordinaire roulé & très-serré, imbibé de graisse & d'huile, le tout pesant, l'artifice compris, 24 livres; ce ne fut qu'avec de la paille brûlée qu'on le chargea; lorsqu'on s'apperçut qu'il l'étoit suffisamment, on mit le feu aux mèches de l'artifice, & on laissa partir l'aérostat, qui s'éleva pompeusement au bruit d'une excellente musique, de plusieurs décharges de boîtes, &c.; l'aérostat s'éleva à une hauteur prodigieuse; déjà il ne sembloit plus qu'une de ces étoiles qui brillent dans une belle nuit, lorsqu'une bombe dont la mèche avoit duré quatre minutes, éclata, & sema autour d'elle une quantité d'étoiles; insensiblement la lumière du ballon se perdoit dans les nues, il avoit même tout à fait disparu, lorsqu'une seconde bombe, deux fois plus fortes que la première, & dont la mèche avoit duré deux minutes de plus, éclaira toute la ville, & produisit le plus bel effet, &c.; le ballon disparut ensuite, & on n'en eut plus de nouvelles.

Cette application, qui n'est ici que curieuse, peut être faite à l'usage des signaux, dont par ce moyen on peut se servir à une distance bien plus considérable que celle d'où peuvent être apperçues les fusées & autres artifices qu'on lance quelquefois de terre pour cet objet.

BALLON *chimique*, est un vaisseau de verre plus ou moins grand, mais de forme sphérique, qu'on adapte ordinairement à une CORNUE, pour recevoir les produits de la distillation. Si ce vaisseau est petit ou médiocre, il porte le nom de récipient; s'il est grand, il garde le nom de ballon. (*Voyez le dictionnaire de chimie* de l'encyclopédie).

BANDES DE JUPITER. Les *bandes* ou *ceintures* de Jupiter sont plusieurs espèces de zones qu'on remarque sur le disque de la planète de Jupiter; en général, elles sont renfermées entre des lignes parallèles, & sont plus ou moins brillantes que le reste du disque. Elles ont été observées, pour la première fois, par deux jésuites nommés Zuppi & Bartoli, & en 1633 par Fontana, qui donna la figure de trois de ces bandes. Les pères de Rheita, Riccioli, Grimaldi les observèrent aussi. Campani, qui construisit à Rome d'excellentes lunettes, observa dans Jupiter, le 1[er] juillet 1664, quatre bandes obscures & deux blanches, au rapport de M. Cassini. Ces bandes ne sont pas toujours de la même grandeur & en même nombre : quelquefois elles paroissent très-peu; d'autrefois elles ne sont pas également bien marquées; il y a des temps où elles paroissent interrompues. Elles ne sont pas toujours non plus à la même distance les unes des autres; elles paroissent même augmenter & diminuer alternativement de grandeur, de distance & de nombre. En 1691, on vit même jusqu'à 7 ou 8 bandes obscures fort près les unes des autres, quelquefois on n'en apperçoit qu'une ou deux. Hevélius, dans sa sélénographie, a remarqué que ces bandes étoient sensiblement parallèles à l'écliptique; M. Cassini reconnut qu'elles étoient plutôt parallèles à l'équateur de Jupiter, mais cet équateur diffère très-peu du plan de l'écliptique. On peut voir sur les variations des bandes de Jupiter divers mémoires de M. Cassini & de M. Maraldi, soit dans les anciens mémoires de l'académie (Tom. 2. pag. 104, & Tome 10, page 1, 513 & 707), soit dans les mémoires depuis le renouvellement (année 1699, 1708, 1714). On trouve encore dans les transactions philosophiques de la société royale de Londres, les figures des bandes de Jupiter, observées en divers temps par M. Herschel. M. le bailly Schroeter, ayant observé en 1785 & 1786 Jupiter Perihelie, nous donnerons, d'après lui, la figure des bandes de cette planète, telles qu'elles paroissent à cette époque; il les a vues avec un telescope newtonien de quatre pieds de M. Herschel, & un oculaire qui agrandissoit les objet 150 fois. Il apperçut aussi sur le disque de Jupiter plusieurs taches nouvelles, noires & rondes. Les unes & les autres sont représentées dans la *figure* 113 & 114 de ce dictionnaire.

M. Schroeter observant de nouveau, en 1787, Jupiter, remarqua qu'auprès des deux bandes obscures du milieu, il s'étoit formé deux zones ou bandes blanches & lumineuses, telles que M. Campani en découvrit aussi à Rome, en 1664, *figure* 119 de cet ouvrage, lettres *a*, *b*. La zone équatoriale au contraire qui se renferme entre les deux bandes obscures du milieu, avoit pris une couleur terne,

grise, tirant sur le jaunâtre, lettre *c* : outre cela, la plus septentrionale des bandes obscures à présent visibles, que cet astronome avoit observé dès sa nouvelle origine, reçut un accroissement frappant, lettre *d*. Celle du midi, *e*, s'éteignit en partie, & devint une bande interrompue. Plusieurs observations réitérées ont enfin confirmé, non-seulement que celle des deux nouvelles bandes blanches & lumineuses qui se faisoit voir le plus au midi, paroît tantôt plus étroite & tantôt plus large de moitié, *figure* 119 & 120, *b b*, mais encore que les bandes obscures étoient variables, ayant tantôt une augmentation & tantôt une diminution.

Quelle est la cause des fréquens changemens des bandes de Jupiter ? Il y en a qui pensent que les bandes & les taches de Jupiter sont des nuages; mais si on explique par cette supposition leurs différentes variations, on ne peut rendre raison de leur permanence pendant quelque temps dans les mêmes portions du disque, de leur parallélisme, & de plusieurs des autres phénomènes qu'on a rapportés. D'autres croient que le globe de Jupiter n'est point aussi tranquille que celui de la terre; que des tremblemens peuvent changer sa surface, que des mers peuvent inonder des continens, & que de nouveaux continens peuvent sortir du sein des mers de Jupiter; & que les habitans de cette dernière planète, observeroient sur notre terre des changemens semblables à ceux que nous remarquons dans Jupiter, si notre globe étoit agité de la même manière, & éprouvoit les mêmes bouleversemens.

Bande de Mars. Il est bien probable que d'autres planètes ont des bandes, des taches, c'est-à-dire, d'autres parties plus ou moins brillantes, plus ou moins obscures, comme on en remarque sur le disque de Jupiter; mais qu'étant moins sensibles, elles ont échapé aux recherches des astronomes. Quoiqu'il en soit de cette conjecture, M. Huygens a aperçu une *bande* sur le disque de Mars; elle n'est pas régulière, & on ne peut l'observer que difficilement. On en a cependant vu assez pour prononcer qu'elle est fort large, & beaucoup plus foncée que le reste du disque, dont elle n'occupe que la moitié.

BARBE *d'une Comète*. On donne ce nom à cette espèce de faisceau de rayons de lumière qui précède une Comète dans une partie de sa course ou révolution. Si cet amas de lumière est situé dans la partie postérieure du corps de la Comète, on lui donne le nom de Queue (*Voyez* au mot Cometes, l'article *atmosphère des Comètes*, n°. V, dans lequel on a rapporté les différentes hypothèses qui ont été imaginées).

BARILLET. On donne ce nom au tambour ou cylindre creux de métal dans lequel est renfermé le ressort d'une montre ou d'une pendule, & sur la surface extérieure duquel la chaîne s'enveloppe à mesure que le ressort se développe successivement. Le ressort contenu dans le barillet, est une lame d'acier tournée en spirale, & fixée par un bout à l'axe du barillet, & par l'autre à la surface intérieure du même barillet; ce ressort fait tourner le tambour en se détendant successivement, & la chaîne s'entortillant spiralement sur la surface extérieur du tambour, met en jeu tout le rouage de la montre.

Lorsque le ressort est dans sa plus grande tension, il est dans sa plus grande force; à mesure qu'il se détend, sa force s'affoiblit successivement : il devroit donc imprimer à tout le rouage un mouvement toujours plus foible & plus lent, & rendre les heures qu'il fait marquer par les aiguilles, successivement plus longues les unes que les autres. Les choses seroient ainsi, si on n'avoit remédié à cet inconvénient par le moyen de la fusée (*Voyez* Fusée, Montre, Poulie, Statique).

La fusée est une espèce de cone tronqué, mobile sur son axe, & autour duquel on a creusé des spires sur lesquelles s'entortille la chaîne, à mesure qu'on monte la montre, comme elle s'enveloppe sur le barillet à proportion que le ressort se détend. Le ressort qui tire la chaîne & qui meut la fusée en se déployant, a donc successivement différens rayons qui vont en croissant du sommet du cone à sa base. Lorsque le ressort est dans sa plus grande tension, il tire la chaîne & il meut le rouage, par le moyen des plus petits rayons ou leviers; & quand sa force est la plus petite, il tire la chaîne par le moyen des plus petits leviers.

BAROMÈTRE. Le baromètre est un instrument propre à mesurer les variations de la pesanteur & de l'élasticité de l'air de l'atmosphère, ou plus précisément les variations de la pression de l'air atmosphérique. Ce mot résulte de deux termes grecs, dont l'un signifie *poids*, & l'autre *mesure*. Cet instrument est composé d'un tube de verre, long d'environ 30 pouces, d'un diamètre de deux à trois lignes, fermé hermétiquement dans sa partie supérieure, contenant du mercure en suspension, lorsque le tube après avoir été rempli de ce métal est redressé, & a son extrémité inférieure plongé dans du mercure stagnant. La *figure* 160 représente un baromètre simple; A D est le tube fermé hermétiquement en C; le mercure y est suspendu à 28 pouces de hauteur, depuis la ligne E F qui indique la ligne de niveau, ou la surface du mercure stagnant dans la cuvette E D F; & c'est depuis cette ligne de niveau qu'on mesure la hauteur de la colonne de mercure suspendue en équilibre dans le tube. Le tout est fixé sur une planche A, *b*, B, & forme l'appareil physique & météréologique, nommé *Baromètre*.

Le baromètre

Le baromètre est un instrument qui n'est connu que depuis la découverte de la pesanteur de l'air, (*Voyez* AIR ; *pesanteur de l'air*). On sait que les anciens attribuoient à l'horreur du vide tous les effets qui résultent de la pesanteur de l'air ; que Galilée, mécontent de la réponse qu'il avoit été contraint de faire à un fontainier du grand duc de Toscane, que dans les pompes aspirantes l'eau ne s'élevoit pas plus haut que 32 pieds, parce que la nature n'abhorroit le vide que jusqu'à un certain point; que Galilée, disons-nous, soupçonna ensuite une cause mécanique; & que Toricelli, son disciple, plus heureux, ayant pris un tube fermé par un bout & rempli de mercure, comme nous l'avons expliqué à l'article AIR, & à celui TORICELLI, fut bientôt convaincu que la pesanteur de l'air étoit cause de cette suspension du mercure. En effet, en comparant la hauteur de cette colonne avec celle de l'eau élevée dans les pompes, on reconnoît bientôt que ces deux hauteurs sont en raison inverse de la pesanteur spécifique de l'eau & du mercure, & que leur suspension est due à un contre-poids commun. Cette célèbre expérience fut faite en 1643.

Il paroît, suivant MM. de Montucla, de Luc, &c, que Descartes n'avoit pas attendu l'expérience de Toricelli pour assigner à la pesanteur de l'air, les effets que Galilée attribuoit encore à l'horreur du vide, car on voit dans une lettre écrite par Descartes, au père Mersenne, qu'il attribue au poids de l'air l'adhérence des parties des corps, & l'élévation de l'eau dans les pompes, contre le système que Galilée avoit établi sur ce sujet dans des dialogues dont cette lettre du philosophe françois est une critique (*Ren. Descartes, epistolæ* &c, *Amst.* 1682. *Pars.* II. *Epist* 91). Dans une autre lettre écrite à ce père, il explique aussi par la même cause la suspension de l'eau dans certains vases percés à leurs deux extrémités, lorsqu'on bouche l'ouverture supérieure; il explique encore de cette manière la suspension du mercure dans un tube scellé par le haut (*Voyez* PESANTEUR DE L'AIR ; à l'article AIR & à celui de PESANTEUR).

Dès que l'expérience de Toricelli & sa cause furent répandues en France par le père Mersenne, qui en fut instruit en 1644, par une lettre d'Italie, M. Pascal chercha à les confirmer par de nouvelles expériences. Il pensa que si le poids de l'air dans lui-même étoit la cause des phénomènes qu'il observoit, le poids de l'eau dans elle-même devoit en produire de semblables; c'est-à-dire, que la privation d'eau devoit rompre l'équilibre de la même manière que la privation d'air. Il fit donc toutes les expériences du vide dans l'eau; il y plongea des soufflets, des baromètres, des syphons, des seringues, &c., en disposant les choses de manière que l'air extérieur communiquoit par-tout où devoit se faire le vide dans les expériences ordinaires, & que le poids de l'eau représentoit celui de l'air : dans toutes ces expériences, les effets furent proportionnels à la hauteur de l'eau.

Mais l'expérience célèbre du Puy-de-Dôme, faite par M. Perrier, d'après le plan de Paschal, à qui Descartes l'avoit indiquée, démontra bientôt de la manière la plus décisive, que la pesanteur de l'air étoit la cause de la suspension du mercure dans le tube de Toricelli, puisque la colonne de mercure y étoit plus haute au bas d'une montagne, il plus courte sur le sommet, & proportionnelle aux hauteurs dans les espaces intermédiaires, ainsi que nous l'avons exposé à l'article AIR, n°. 111.

M. Perrier qui avoit fait, le 19 septembre 1648, l'expérience du Puy-de-Dôme, observa ensuite jour par jour, depuis le commencement de l'année 1649, jusqu'au dernier mars 1651, le tube qui avoit été mis en expérience d'une manière fixe : un de ses amis à Paris, & Descartes, alors à Stockolm, firent aussi, pendant ce temps, des observations correspondantes, & s'apperçurent que la hauteur de la colonne de mercure varioit continuellement, selon la température, les vents, l'humidité & d'autres circonstances.

Le tube de Toricelli, mis en expérience continuelle, est un véritable baromètre, c'est-à-dire, un instrument propre à faire connoître, & conséquemment à mesurer les variations de la pesanteur de l'air, &c.; ainsi, l'invention du baromètre qui n'est qu'une application, ou plutôt une conséquence de la découverte de Toricelli, a dû suivre de près l'époque de cette belle expérience. On a prétendu que Otto de Guericke, ayant laissé en expérience le tube de Toricelli, s'étoit apperçu des variations en hauteur de la colonne de mercure, selon les circonstances du temps, & avoit regardé cet instrument comme propre à les indiquer; mais cette idée si facile, étoit une suite naturelle des observations de Perrier, de Descartes & de Chanut, en supposant qu'ils ne l'eussent pas eue, ce qui est difficile à croire.

Quoiqu'il en soit, la pression que l'air de l'atmosphère exerce sur la surface du mercure contenu dans la cuvette ou réservoir E D F, *figure* 160, soutient la colonne de mercure renfermée dans le tube; & l'air de l'atmosphère pressant plus ou moins dans un temps que dans un autre, selon ses différentes qualités, il est nécessaire que cette colonne soit tantôt plus haute, tantôt plus basse.

Des différentes espèces de baromètre. L'expérience de Toricelli étoit si simple, si curieuse, si importante & si facile à varier, qu'on ne doit pas être étonné que tous les esprits qui s'étoient dirigés de ce côté ne la reçussent avec une espèce d'enthousiasme & avec le désir de la tourner & de

la retourner en tous les ſens, s'il eſt permis de parler ainſi. Auſſi cette expérience fut-elle variée de toutes les manières poſſibles; les modernes mêmes ont continué de lui donner différentes formes : de là, la diviſion du baromètre en *ſimple* & en *compoſée*.

Du baromètre ſimple. Le baromètre ſimple ne diffère pas du tube de Toricelli, & il n'eſt compoſé que d'un tube de verre d'environ 30 ou 32 pouces de hauteur, fermé hermétiquement par un bout, rempli de mercure, retourné enſuite en mettant le doigt ſur l'ouverture inférieure, & plongé dans une cuvette pleine de mercure, le tout fixé ſur une tablette verticale, comme on l'a repréſenté dans la *figure* 160. On diviſe en lignes l'intervalle de 27 à 29 pouces & demi; mais ſi le baromètre ſimple doit ſervir à meſurer des hauteurs, on peut diviſer en lignes quelques pouces au-deſſous de 27. Lorſqu'on a ôté le doigt de l'ouverture inférieure du tube plongé dans le mercure de la cuvette, le mercure reſte ſuſpendu à environ 28 pouces de hauteur au-deſſus de la ligne E F qui marque le niveau d'où on commence à compter la diviſion en pouces; le point zéro étant en bas, & les chiffres, 27, 28 & 29 pouces en haut.

Pluſieurs conditions ſont requiſes pour faire un excellent baromètre; 1°. on doit employer des tubes neufs, ſcellés hermétiquement par leurs deux bouts à la verrerie : la raiſon de cette précaution eſt que des tubes ouverts ſe rempliſſent d'humidité, de pouſſière, &c., qu'il eſt preſque impoſſible d'enlever à cauſe de la petiteſſe des diamètres de ces tubes. Il faut encore remarquer que les tubes ſcellés à la verrerie contiennent encore de la pouſſière des cendres des verreries, & de l'humidité apportée par l'air, à meſure que les tubes ſe refroidiſſant l'air extérieur y rentre.

2°. Lorſqu'on les ouvrira enſuite avec une lime, il ne faut point y ſouffler dedans ni les laver, même avec l'eſprit-de-vin; l'expérience ayant prouvé que dans ces cas, la colonne de mercure s'y tient plus bas de pluſieurs lignes. On peut nettoyer avec un morceau de linge bien fin, attaché avec deux fils, l'intérieur des tubes de baromètre en tirant alternativement vers les deux bouts le morceau de linge.

3°. On doit choiſir des tubes bien calibrés, c'eſt-à-dire, qui aient par-tout un égal diamètre. Or, pour connoître ſi un tube eſt bien calibré, on emploie un moyen très-ſimple, celui de faire parcourir dans ſon intérieur d'un bout à l'autre une petite colonne de mercure dont on a meſuré la longuenr en la comprenant entre les deux pointes d'un compas. Si, à meſure que cette petite colonne ſe meut d'une extrémité à l'autre du tube, l'ouverture du compas qu'on préſente lui eſt toujours égale, c'eſt une preuve que partout des portions égales du tube ont une même capacité; car ſi l'une étoit plus large ou plus étroite, la colonne de mercure ſeroit plus courte ou plus longue. Les tubes qui ne ſeront pas bien calibrés ſeront rejettés.

4°. Les tubes ne doivent pas avoir un diamètre moindre de deux lignes, ou deux lignes & demie; s'ils étoient plus étroits, il y auroit trop de frottement intérieur, & la colonne de mercure ne s'y mouvroit pas avec aſſez de liberté dans les premiers inſtans où le temps change. Il en ſeroit de même s'il y avoit des inégalités & des aſpérités intérieures, quand même il y auroit des parties ſaillantes & d'autres rentrantes, qui, ſe correſpondant, formeroient une compenſation, & rendroient les capacités égales.

5°. Les tubes doivent avoir une longueur d'environ 32 pouces; s'ils étoient ſeulement de 28 pouces & quelques lignes, comme on en voit, ils ne pourroient pas ſervir étant tranſportés dans des caves, des mines & d'autres lieux profonds.

Le verre de ces tubes ne doit pas être trop épais, car il ſeroit ſujet à ſe briſer, lorſqu'on feroit bouillir le mercure, le verre épais ne pouvant ſe dilater également dans toutes ſes dimenſions, lorſqu'on l'échauffe. L'épaiſſeur du verre des tubes ne doit pas être de plus de demi-ligne.

6°. On aura ſoin de ſceller hermétiquement une des extrémités de ces tubes qu'on deſtine à former des baromètres, ce ſera celle qui ſera placée en haut.

7°. On choiſira du bon mercure pour remplir ces tubes; le meilleur eſt ſans contredit le mercure révivifié récemment de cinabre (*Voyez* MERCURE, THERMOMETRE). Le mercure ordinaire qu'on vend dans le commerce eſt toujours mêlé avec de l'étain; or, le mixte qui en réſulte n'ayant pas la même peſanteur ſpécifique que le mercure, ſa hauteur dans le tube du baromètre ne doit pas être la même. Auſſi l'expérience a-t-elle prouvé que ſi le mercure d'un baromètre eſt plus pur que celui d'un autre baromètre, le premier ſe ſoutient plus bas, parce qu'étant plus pur, il eſt plus peſant; & que les hauteurs des colonnes de liqueurs hétérogènes ſont en raiſon inverſe de leur gravité ſpécifique.

On a propoſé divers moyens de s'aſſurer de la pureté du mercure, mais la plupart ſont défectueux, tel eſt celui de faire couler du mercure ſur une aſſiette de fayance, & de le regarder comme pur, s'il n'y laiſſe point de tache. Mais ce moyen eſt bien inſuffiſant, puiſque du mercure allié avec un peu de mélange de biſmuth, d'étain & de plomb, ne forme aucune tache : faire paſſer du mercure à travers une peau de chamois, n'eſt pas un moyen de le purifier, ni de reconnoître s'il

eſt pur, en ſuppoſant qu'il ne dépoſe point d'impureté, car l'étain allié avec le mercure le traverſe également. Il n'y a donc pas de meilleur moyen pour avoir du mercure bien pur que de le revivifier de cinabre. De plus, lorſqu'on veut comparer entre eux des baromètres pour des expériences très-exactes, il eſt néceſſaire de peſer le mercure de chacun dans une balance hydroſtatique, puiſque, comme nous venons de le dire, le mercure le plus pur eſt le plus peſant, & conſequemment ſe ſoutient plus bas dans le baromètre.

Voici la manière de revivifier le mercure de cinabre. Prenez une livre de cinabre, mettez-le en poudre; mêlez-y bien exactement cinq ou ſix onces de limaille de fer bien pure : mettez enſuite ce mélange dans une cornue de grés que vous placerez dans un fourneau de réverbère, lui donnant pour récipient un pot de terre à moitié plein d'eau. Echauffez d'abord très-lentement, de peur de caſſer les vaiſſeaux, puis pouſſez le feu juſqu'à rougir le fond de la cornue : obſervez que le fer & le ſoufre ſe gonflent extraordinairement, lorſqu'ils ſe combinent enſemble : vous trouverez dans l'eau quatorze onces de mercure coulant. Il y a auſſi une portion de mercure qui reſte très-diviſée, & qui s'arrête à la ſurface de l'eau à cauſe de la fineſſe de ſes parties, ſous la forme d'une poudre noirâtre, qu'il faut ramaſſer exactement pour la mêler avec le mercure en maſſe, avec lequel elle s'incorpore aiſément. Paſſez le tout à travers un linge fort ſerré, & encore mieux par une peau de chamois, & vous aurez du mercure très-pur, revivifié de cinabre. Ce mercure pur coutant environ près de deux tiers de plus que le mercure du commerce, toujours allié avec de l'étain, il eſt bien évident que les baromètres communs ne ſont pas faits avec du mercure pur, puiſque le prix de ces derniers eſt très-bas.

8°. Avant que d'introduire le mercure dans le tube du baromètre, il faut le faire chauffer pour chaſſer toute l'humidité qu'il pourroit avoir, & même on peut le faire bouillir.

9°. On doit auſſi faire bouillir le mercure dans le tube, afin d'en expulſer tout l'air. Sans cette précaution l'air interpoſé entre les différentes parties du mercure, ou entre les molécules du mercure, & les parois intérieures du tube monteroit bientôt au haut du tube, & raſſemblé là, en plus ou moins grande quantité, il s'oppoſeroit, par ſon expanſion, à l'élévation de la colonne du mercure, & cet effet ſeroit encore plus grand lorſque la chaleur augmenteroit dans l'atmoſphère. Nous obſerverons ici que la plus grande partie de l'air qui ſort d'un baromètre qu'on purge d'air par le feu, vient de l'air qui ſe détache des parois internes du tube, & que une fois détaché du tube, & le mercure y ayant ſéjourné quelque temps, on peut vuider le tube, remettre du mercure non bouilli, ſans que l'air s'attache au verre, un des bouts étant ſcellé.

Voici le moyen qu'on doit employer pour faire bouillir le mercure. On verſe du mercure dans le tube pour en remplir environ la longueur de trois ou quatre pouces, on y inſère dedans un fil de fer aſſez long pour pouvoir le remuer aiſément; il ſert à faciliter l'expulſion de l'air. On préſente enſuite au-deſſus d'un réchaud rempli de charbons allumés, la partie du tube qui eſt pleine de mercure & qu'on a ſoin d'incliner, car ſi le tube étoit horiſontal, le mercure tomberoit : on approche ſucceſſivement & avec précaution cette portion du tube du feu, afin de l'échauffer graduellement, & qu'il ne ſe caſſe pas. A meſure que le mercure bout, on fait mouvoir le fil de fer en le faiſant monter & deſcendre, afin de faciliter aux bulles d'air le moyen de s'échapper. Après que cette première portion de mercure a ſuffiſamment bouilli, on retire le tube du feu pour le laiſſer refroidir, & y verſer après une ſeconde portion de mercure; ſans cette précaution le contact d'un corps froid feroit caſſer le tube qui ſeroit chaud. On approche enſuite du réchaud la nouvelle portion du tube dans laquelle on a introduit du mercure, on la fait bouillir comme la première, & on a ſoin de retirer un peu le fil de fer, de ſorte que ſon extrémité inférieure n'aboutiſſe qu'à la nouvelle portion de mercure qu'on veut purger d'air. On répète après cette opération pour la troiſième portion du tube & pour les ſuivantes, juſqu'à ce que le tube ſoit plein, à un pouce & demi ou deux pouces près qu'on achève de remplir en y verſant du bon mercure. On peut encore ne mettre dans toute l'étendue du tube que du mercure bouilli, en ayant un tube plus long de trois ou quatre pouces qu'il ne le faut, & coupant enſuite cette portion qui devient inutile après l'ébulition.

Cette opération étant faite, pour plonger le tube plein de mercure dans la cuvette qui contient du mercure ſtagnant, & empêcher qu'aucune bulle d'air ne rentre dans le tube, on peut employer un des deux procédés ſuivans. Si l'ouverture de la cuvette eſt fort large, on ferme avec le bout du doigt l'extrémité inférieure du tube, on redreſſe ce tube & on le plonge dans le mercure de la cuvette; enſuite on ôte le doigt, & la colonne de mercure qui eſt dans le tube, après s'être écoulée en partie dans la cuvette, reſte ſuſpendue à la hauteur qu'exige la peſanteur actuelle de l'atmoſphère, comme dans l'expérience du tube de Toricelli. Si l'ouverture de la cuvette eſt étroite, & ne permet pas la manipulation dont on vient de parler, on bouche l'orifice inférieur du tube du baromètre avec un morceau de ruban replié ſur les deux côtés du tube, de ſorte que la colonne de mercure, contenue dans le tube, ne puiſſe deſcendre

dans le retournement, & on plonge ensuite cette extrémité inférieure du tube dans le mercure contenu dans la cuvette, & alors on retire le ruban.

10°. On a soin, après avoir retourné le tube, & l'avoir plongé dans le mercure de la cuvette, de le placer perpendiculairement, & de verser dans la cuvette autant de mercure qu'il en faut, pour que le mercure stagnant s'élève juste à la ligne de niveau qu'on a marquée sur la planche où doit être fixé cet appareil. Il faut que cette ligne coïncide avec la superficie du mercure. S'il y en a trop ou trop peu, on en ôte avec un petit chalumeau aspiratoire, ou on en met successivement avec un petit entonnoir.

11°. C'est de la ligne de niveau dont on vient de parler qu'on doit commencer la graduation qu'on mesure avec un pied de roi. Le zéro se marque ou se compte depuis la ligne de niveau, mais ordinairement on se contente de marquer depuis le vingt-sixième pouce jusqu'au vingt neuvième les lignes, en distinguant alors les pouces, les demi-pouces & les quarts de pouces par des lignes plus ou moins longues, pour compter plus facilement; & cette espèce d'échelle se place des deux côtés, de la partie supérieure de la planchette ou boîte sur laquelle on fixe le baromètre. Le sapin est très-propre aux montures des baromètres, parce que étant composé comme le fil de pite, de fibres ligneuses fort droites, la chaleur ni l'humidité ne l'affectent point sensiblement dans le sens de sa longueur.

12°. On aura attention de choisir une cuvette dont le plus grand diamètre soit au moins d'un pouce & demi, ou plus généralement, soit d'une telle capacité, que lorsque la colonne de mercure s'élevera ou s'abaissera par un effet de la plus ou moins grande pression de l'atmosphère, le niveau de la surface du mercure coïncide toujours avec la ligne de niveau tirée sur la planchette qui porte le baromètre; car le niveau du mercure doit être invariablement le même dans tous les cas; il ne doit point s'élever quand la colonne de mercure descend, ni baisser quand elle devient plus haute. Or, pour cet effet, il faut que la surface du mercure de la cuvette soit très-grande relativement à celle du tube: alors une petite quantité de mercure ajoutée ou soustraite, comme celle qui forme les variations du baromètre, ne change pas sensiblement le niveau.

13°. On couvre ensuite d'une peau l'ouverture de la cuvette, afin que la poussière n'y tombe pas; on fixe même cette peau en l'attachant avec un fil soit contre le tube, soit contre le haut de la cuvette.

Nous placerons ici quelques remarques plus détaillées sur plusieurs des conditions précédentes.

Il arrive que l'on redresse le baromètre lentement & sans secousses, le mercure (qui a bouilli) se tient totalement suspendu, & ne descend à son niveau relatif au poids de l'atmosphère qu'en secouant le baromètre. Il arrive aussi, quand l'air n'est pas également chassé de toute la partie supérieure du tube, qu'il se fait une séparation dans la colonne du mercure; de manière qu'il en reste plusieurs pouces suspendus au sommet du tube, & que le vide se fait au-dessous. Dans ce dernier cas il faut faire bouillir de nouveau le mercure, & dans le premier, il suffit de secouer le tube.

On a dit ci-dessus (seconde condition) qu'il ne falloit pas laver les tubes de baromètre, parce que le mercure s'y tient plus bas que dans un autre tube non lavé. MM. Homberg & Maraldi, chargés autrefois par l'Académie de vérifier & d'expliquer ce fait, celui des baromètres lavés avec de l'esprit-de-vin qui se tenoit environ dix-huit lignes plus bas, pensèrent que cet effet dépendoit de la vaporisation d'une petite portion de l'esprit-de-vin qui avoit resté dans le tube, malgré les précautions qu'on avoit prises pour l'essuyer, & qui, ensuite par son expansion, s'opposoit à l'ascension du mercure. Or, il est maintenant prouvé qu'en supprimant la pression de l'atmosphère l'esprit-de-vin se vaporise, se change en gaz qui remplit le haut du tube, & presse de haut en bas la colonne de mercure que la pesanteur de l'air comprime de bas en haut. Ce qui prouve la vérité de ce sentiment, c'est que l'esprit-de-vin fait plus baisser le mercure que toute autre liqueur moins spiritueuse & moins volatile, & que l'éther le fait plus descendre que l'esprit-de-vin, parce qu'il est plus prompt à se vaporiser.

Cette explication est bien plus probable & bien plus conforme aux vrais principes de la Physique que celle de M. Amontons, qui s'imagina que l'esprit-de-vin, en nettoyant le verre, enlevoit plusieurs petits corpuscules étrangers qui fermoient auparavant le passage à l'air extérieur; qu'un air très-subtil s'insinuoit dans un tube lavé avec de l'esprit-de-vin, & par sa compression de haut en bas faisoit descendre le mercure plus bas qu'il ne devoit être. L'eau-de-vie & l'eau, selon cet académicien, ayant moins d'activité, ouvroient moins l'accès à cet air subtil. Cette manière d'expliquer le phénomène en question est très-précaire; elle est fondée sur une foule d'hypothèse que l'expérience ne confirme point. Comment concevoir que, même dans un tube neuf assez épais, l'esprit-de-vin puisse ouvrir de part en part un accès à l'air subtil qu'on suppose gratuitement traverser le verre? que l'eau puisse produire cet effet en partie? car si l'eau nettoye les corpuscules étrangers au verre du côté de la

ſurface intérieure, elle ne produira pas cet effet du côté de la ſuperficie extérieure, car elle ne peut pénétrer le verre. La première explication à laquelle j'ai adapté les connoiſſances modernes, paroît bien plus plauſible.

C'eſt dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, pour l'année 1705, que M. Amontons expoſa ce phénomène d'un baromètre lavé à l'eſprit-de-vin qui ſe tenoit dix-huit lignes bas que les autres. M. Homberg, qui le premier avoit fait cette obſervation, attribua cet abaiſſement du mercure dans le baromètre, non ſeulement à la dilatation de l'eſprit-de-vin qui étoit reſté au haut du tube, mais encore à celle de l'air contenu dans cette liqueur. Des expériences de M. Maraldi, rapportées dans l'Hiſtoire de l'Académie pour cette année 1706, confirmèrent le ſentiment de M. Homberg, en prouvant que les grandes différences de hauteur du mercure dans divers tubes, employés tels qu'ils ſortoient des verreries, & qui alloient juſqu'à dix lignes, ne venoient pas de la différente perméabilité des verres à l'air ſubtil ou groſſier, comme le prétendoit M. Amontons. Ces expériences de M. Maraldi prouvèrent que ces différences s'évanouiſſoient preſque entièrement, lorſqu'on avoit ſoin de chaſſer toute humidité. M. de Mairan, en 1731 & 1754, renouvella l'idée de M. Amontons, en citant pluſieurs de ſes baromètres, dans leſquelles les hauteurs étoient différentes; mais cette objection n'eſt d'aucune conſidération, depuis que tous les baromètres faits avec les conditions que nous avons expoſées, ſont abſolument concordans.

Il ne ſera pas hors de propos de faire ici quelques réflexions ſur la ligne de niveau dans le baromètre. Il n'eſt pas aiſé de fixer la ligne de niveau. Lorſqu'on prend la ſurface du mercure pour terme du point d'où l'on doit partir, pour meſurer la hauteur du baromètre, il en réſulte pluſieurs inconvéniens. « D'abord, on ne peut comparer cette ſurface avec le commencement de la diviſion, qu'en plaçant l'œil à une certaine diſtance, & par cela même, pour peu que l'œil ſoit hors du plan de cette ſurface, il ſe forme une parallaxe qui peut cauſer une erreur notable, en ſorte que on ne peut que très-difficilement parvenir à quelque exactitude. D'ailleurs, on voit le mercure au travers des parois du vaſe qui ſert de réſervoir, & qui, par ſa figure, occaſionne ordinairement des réflexions & des réfractions; ſouvent même il eſt ſale intérieurement. Toutes ces cauſes augmentent la difficulté & induiſent en erreur. Ces inconvéniens, qui ſont bien connus, ſont qu'en général on ne compte l'élévation du mercure, que depuis le point où il abandonne le réſervoir pour former la convexité ordinaire de ſa ſurface. Mais cette méthode eſt ſujette à de plus grandes erreurs que la précédente; car la convexité du mercure, dont la partie inférieure eſt quelquefois plus baſſe d'une ligne & demie que la ſurface ſupérieure, peut être nulle en certains cas, & même cette ſurface peut devenir concave. Cette variation de forme dépend principalement de celle des vaſes : quand les bords du mercure ſe trouvent dans la portion du réſervoir évaſé qui prend en cet endroit la forme d'un cône renverſé ou d'un verre à boire, la convexité du mercure eſt d'autant plus conſidérable, que les côtés du cône ſont plus inclinés : elle l'eſt moins, quand les côtés du réſervoir ſont parallèles : ſi la ſurface du mercure correſpond à un point, ou le réſervoir prend la forme d'un cône droit, ſa convexité diminue encore; elle devient nulle même, à une certaine inclinaiſon des côtés : & ſi leur prolongement forme au ſommet du cône un angle obtus d'un certain nombre de degrés, la ſurface du mercure devient concave ».

Les baromètres à réſervoir ne peuvent donc être d'accord que par une inclinaiſon ſemblable des côtés des réſervoirs, parce que quand l'échelle d'un baromètre prend ſon origine au bas de la convexité, on a le plus ſouvent une certaine quantité de mercure au-deſſus de ce point, qui peſe ſur la colonne, ſans que l'on en tienne compte, & que cet excédent de poids varie autant que la forme des cuvettes ou réſervoirs. Les ſaletés qui s'attachent au mercure ſont encore une ſource d'erreurs, relativement à la ligne de niveau. Voyez les *recherches ſur les modifications de l'atmoſphère*. Tom. 1er., pag. 204. Voyez encore ce qui a été établi ſur la détermination du niveau dans des baromètres de différentes formes, au paragraphe qui traite de ce ſujet, ſous le titre de la *meſure des hauteurs par le baromètre*.

M. Eiſenbroeg donne, dans les *commentaires de la ſociété de Harlem*, une correction dans la manière de conſtruire les baromètres. L'inconvénient le plus ordinaire conſiſte dans la difficulté d'appercevoir combien la variation de la hauteur du mercure dans le tube eſt différente de celle qui a lieu dans le réſervoir ou la boule. Ce phyſicien a voulu obvier à cet inconvénient : ayant obſervé que le mercure verſé ſur un plan horiſontal, eſt coulant à raiſon de ſa peſanteur naturelle, & que malgré cette propriété, il conſervoit la hauteur d'une ligne, il a, d'après cette idée, conſtruit un vaiſſeau quadrangulaire & d'une figure paralélipipède, long de trois pouces & large de deux, ayant une ligne & demie de profondeur, la baſe de ce vaiſſeau étoit plus étroite que la partie ſupérieure, afin de diminuer la quantité de mercure; il plonge dans ce petit vaiſſeau un tube d'une longueur convenable, afin que le mercure puiſſe y monter & y deſcendre commodément. Ce tube étant plongé à la manière ordinaire, on voit que la hauteur du mercure dans le petit vaiſſeau demeure conſtamment la même, mais que ſa ſurface eſt plus

ou moins grande, selon la hauteur du mercure dans le tube.

Pour déterminer le niveau du mercure dans le réservoir du baromètre, on a imaginé une machine fort ingénieuse qui ramène toujours le mercure du réservoir à la ligne de niveau : elle est représentée dans la *figure* 278, *a a*, est une plaque de cuivre sur laquelle repose la courbure du tube A, qui n'est attaché que légèrement sur sa planche. Cette plaque est soudée sur la pointe de la vis *b b*, taraudée à pas fins dans une longueur de 18 lignes; elle passe par l'écrou C C de 4 à 5 lignes d'épaisseur, est fixé sur la planche au moyen de deux vis à bois *e e*. On y voit un vaisseau de verre fait en entonnoir renversé, qui sert à couvrir le réservoir: une petite ampoule de verre, faite en olive, est suspendue au fond de l'entonnoir renversé; & à l'extrémité inférieure de cette ampoule, est une pointe noircie qui correspond exactement avec la ligne de niveau *n n*, tracée sur la planche de l'instrument. Lorsque le mercure du réservoir est plus haut ou plus bas que cette ligne, on le rappelle aisément en tournant la vis jusqu'à ce que la surface du mercure coïncide avec la petite pointe noire de l'ampoule. Comme le mercure adhère toujours un peu au tube, on le détache en agitant l'instrument entier, au moyen d'une bascule fixée au bas de la planche; il faut alors que la planche qui porte le baromètre soit attachée sur une autre planche, de manière à pouvoir éprouver sans danger, la secousse qu'on lui imprime avec la bascule. Ce moyen est de M. le Gaux; le suivant a été imaginé par M. Lavoisier.

Afin de parvenir au même but, on a employé un *baromètre à double cuvette*, l'une d'ivoire qui est attachée avec le tube, & qui est pleine de mercure; l'autre plus grande qui est de verre, & fixe, de manière que la petite cuvette plonge dans la grande aussi pleine de mercure. Les tubes (car chaque instrument porte deux tubes ou deux baromètres plongés dans la même cuvette d'ivoire), sont fixés sur une plaque de cuivre mobile, & que l'on baisse ou que l'on élève au moyen d'une vis & d'un écrou qui se trouvent au haut. Lorsqu'on fait l'observation, on tourne cette vis qui fait monter l'instrument & la cuvette d'ivoire pleine de mercure puisé dans la grande; lorsque l'observation est faite, on tourne la vis en sens contraire, la petite cuvette se plonge dans la grande, & on ne l'apperçoit plus. Cette petite cuvette est couverte, & ne communique que par un trou avec le mercure de la grande. Si on désire de transporter l'instrument, on fait descendre la petite cuvette dans la grande, on incline l'instrument jusqu'à ce que le mercure touche l'extrémité supérieure du tube; dans cette situation, on ferme le trou de la petite cuvette avec une vis, on vide le mercure qui reste dans la grande cuvette dans un flacon, & l'instrument est portatif. Veut-on le remettre en place? on remplit de mercure la grande cuvette, jusqu'à ce que la petite cuvette en soit couverte, on ôte alors la vis qui bouchoit le trou de la petite cuvette, & tout se met en équilibre.

Un autre physicien (M. Changeux), a aussi imaginé un baromètre *à double réservoir;* l'un est le réservoir ordinaire, l'autre est le réservoir de décharge. Celui-ci est un peu incliné par rapport au premier avec lequel il communique; lorsque le mercure descend dans le réservoir ordinaire, il se rend dans le réservoir de décharge, & lorsqu'il monte, le réservoir de décharge se vide dans le réservoir ordinaire.

Pour connoître avec précision la véritable hauteur du mercure dans le baromètre, M. Megnié, célèbre artiste françois en instrumens de physique & de mathématiques, se servoit de la méthode suivante. La division étoit gravée sur une plaque de cuivre; elle étoit composée de pouces, de lignes, & de quarts de ligne : derrière cette plaque est une crémaillère qui porte un anneau à travers lequel passe le tube, cet anneau sert d'*index* pour juger de la hauteur du mercure; on le fait descendre par le moyen d'une vis & d'un pignon qui engraine dans la crémaillère, jusqu'à ce que le jour qu'on apperçoit alors entre la partie inférieure de l'anneau & la colonne de mercure disparoisse, ou du moins se réduise à une si petite ligne, que l'on puisse être assuré de la coïncidence parfaite de l'anneau & de la surface du mercure; car le tube est placé dans une rainure évidemment évidée. Cet anneau porte un *nonius* ou *vernier* divisé en 25 parties, c'est-à-dire, qu'il divise chaque quart de ligne en 25 parties, & par conséquent la ligne entière en cent parties. La vis de rappel qui fait mouvoir l'anneau, fait aussi monter ou baisser le *nonius;* on examine la division de l'échelle avec laquelle coïncide la ligne de foi, ou une des 25 divisions gravées sur le *nonius*, & alors on a la véritable hauteur du mercure en pouces, lignes & centièmes de ligne. *Mém. sur la météorol.*

On a encore remarqué qu'une attention qu'il falloit apporter en observant la hauteur du baromètre, étoit de le laisser en place pendant une demi-heure au moins avant de l'observer, parce que le mouvement & le frottement qu'éprouve le mercure par le transport, l'électrise de manière qu'il se tient dabord plus haut qu'il ne devroit, & qu'il lui faut au moins une demi-heure pour reprendre son véritable niveau.

Il y a bien peu de baromètres qui soient faits avec toutes ces conditions, aussi y en a-t-il peu de parfaitement bons. Il y en a qui se contentent de faire passer à travers une peau de chamois le mercure pour le purifier des impuretés qu'il pour-

roit avoir contractées ; d'autres se servent d'un petit entonnoir de verre terminé par un tuyau capillaire, pour remplir le tube. Mais ces moyens ne sont pas suffisans comme on l'a dit plus haut.

Si, après avoir chargé, c'est-à-dire, rempli le tube de mercure, on apperçoit des bulles d'air interceptées entre les portions de la colonne de ce métal, on ôte un peu du mercure de la longueur d'environ un demi pouce, qui alors sera plein d'air : ensuite on bouche avec le doigt l'orifice du tube, on le renverse, & cette portion d'air, en s'élevant le long du tube, entraîne les petites bulles d'air qui étoient dispersées dans le mercure, & par son affinité d'agrégation les réunit à elles. Ces petites bulles séparées n'auroient pas eu la force de soulever le mercure, mais réunies à une grande masse, elles s'élèvent par un effet de leur moindre pesanteur spécifique, relativement au mercure. Cette grosse bulle d'air étant ainsi montée à la partie supérieure du tube, qui est fermée hermétiquement, on tourne le tube pour déterminer cette grosse bulle à en parcourir toute la longueur; ensuite on le retourne comme la première fois, & les petites bulles qui auroient pu échaper à l'action de la petite masse d'air dans la première opération, s'y réunissent dans cette seconde, ou dans une troisième, &c.

Ce moyen que plusieurs conseillent & emploient n'est pas suffisant, car il n'ôte pas tout l'air, celui sur-tout qui adhère à la surface des parois internes des tubes, celui qui en remplit les petites cavités; il n'expulse point l'humidité ni les corpuscules hétérogènes qui adhèrent au tube ou au mercure, qu'il est nécessaire de faire bouillir dans le tube, ainsi que nous l'avons dit. L'ébulition chasse l'air & l'humidité, & les corpuscules dont on vient de parler qui forment au haut du mercure qu'on fait bouillir une espèce de scorie qu'on enlève, après quoi on achève de remplir le tube. Les baromètres purgés d'air par le moyen que nous venons de dire insuffisant, ne sont jamais d'accord entre eux, parce qu'on n'est pas certain d'en avoir ôté également l'air : au contraire, ceux qui ont éprouvé l'opération de l'ébulition, ayant toujours sensiblement le même degré de chaleur, l'air y est dilaté d'une manière uniforme, & tout ce qui excede le volume qu'il en peut contenir dans cet état, est conséquemment expulsé. Ce qui peut y rester formera toujours une quantité égale dans tous, parce que le mercure qui bout a toujours le même degré de chaleur.

PHÉNOMÈNES *du baromètre*. Ces phénomènes sont différens, & les auteurs ne sont pas plus d'accord sur leurs causes, que sur l'usage que l'on en peut faire pour prédire les changemens de temps. Sur le haut de la montagne de Snouden en Angleterre, qui a 1240 toises de hauteur, le docteur Halley trouva le mercure de trois pouces huit dixièmes plus bas qu'au pié; d'où il paroît que le mercure baisse de $\frac{1}{10}$ de pouce par trente toises. Derham a fait pareillement des expériences de la hauteur du mercure sur le haut & au pied de cette montagne, & croit qu'il faut 32 toises d'élévation perpendiculaire, pour que le mercure baisse de $\frac{1}{10}$ d'un pouce : d'où cet auteur a cru qu'on pouvoit tirer non-seulement la hauteur de l'atmosphère, mais aussi une méthode pour mesurer la hauteur des montagnes. Suivant cet auteur, si le mercure ici bas est à 30 pouces, à 1000 pieds de hauteur, il sera à 28 $\frac{9}{100}$ pouces; à 2000 pieds, à 27 $\frac{86}{100}$; à 3000, 26 $\frac{85}{100}$; à 4000, 25 $\frac{85}{100}$; à 5000, 24 $\frac{93}{100}$; à un mille, 24 $\frac{77}{100}$; à deux mille, 20 $\frac{29}{100}$; à cinq mille, 11 $\frac{28}{100}$; à dix mille $\frac{24}{100}$; à quinze mille, 1 $\frac{06}{100}$; à vingt mille, 0 $\frac{45}{100}$; à trente mille, $\frac{8}{100}$; à quarante mille, $\frac{12}{1000}$. Mais on suppose dans ce calcul que l'atmosphère est par-tout d'une densité à-peu-près égale, & que si on la divise en portions d'égale hauteur, le poids de ces portions est presque le même, ce qui est bien éloigné d'être vrai; car l'atmosphère devient continuellement moins dense à mesure qu'on s'éloigne de la terre, & ainsi une même quantité d'air occupe toujours un volume de plus en plus grand. C'est pourquoi si on divise l'atmosphère en différentes couches toutes d'une hauteur égale, ces couches peseront d'autant moins qu'elles seront plus éloignées du centre de la terre. M. Mariotte, dans son *essai sur la nature de l'air*, a donné un calcul de la hauteur de l'atmosphère, fondé sur les observations du *baromètre* faites au sommet des montagnes. Ce calcul est fondé sur ce principe, que l'air se condense en raison des poids dont il est chargé; l'auteur trouve 15 lieues environ pour la hauteur de l'atmosphère; qui est aussi à-peu-près la quantité que M. de la Hire trouve par la théorie des crépuscules. M. Mariotte ajoute aussi à son calcul un essai de méthode pour déterminer par les mêmes principes la hauteur des montagnes : mais on regarde aujourd'hui assez généralement toutes ces méthodes, comme plus curieuses que sûres & utiles (*Voyez* ATMOSPHERE).

On a trouvé que la plus grande hauteur du *baromètre* à Londres, étoit à 30 pouces $\frac{3}{8}$, & son plus grand abaissement à 28 ponces; à l'observatoire de Paris, sa plus grande élévation est de 28 pouces $\frac{4}{10}$, & sa moindre 26 $\frac{4}{10}$ sur la mesure du pied de Paris, qui est plus grand de $\frac{9}{144}$ que celui de Londres : ces observations s'accordent à celles qui ont été faites par M. Wolf à Hall en Saxe. A Alger le mercure s'élève a 30 pouces $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ par le vent de nord, quoique ce vent soit souvent accompagné de pluie & d'orage. Il est vrai qu'il y a une expérience dans laquelle la hauteur du mercure surpasse de beaucoup ces nombres; le mercure étant parfaitement purifié & suspendu dans un tube à la manière de Toricelli, monte à la hauteur de 75 pieds, quoiqu'à la moindre secousse il baisse

à la hauteur ordinaire. Ce phénomène n'a pas causé peu d'embarras lorsqu'il a été question d'en découvrir la cause. Voici l'explication que M. Musschenbroeck en donne dans ses *essais de Physique*. Lorsqu'on a purgé le mercure de l'air qu'il contient, il devient un corps beaucoup plus dense que lorsque l'air se trouvoit placé entre ses parties : ce mercure peut aussi alors s'attacher fort étroitement à la surface du verre; ce qui fait que ses particules y restent suspendues; & comme ces particules s'attirent très-fortement, elles soutiennent des particules voisines, & le mercure demeure suspendu par ce moyen à une très-grande hauteur : mais si on secoue le tuyau, alors les particules du mercure qui étoient contiguës au verre en sont détachées, & tout retombe. On peut voir dans l'ouvrage cité l'explication plus détaillée de ce phénomène singulier, & la réfutation de toutes les autres hypothèses qu'on a imaginées pour en rendre raison.

M. Boyle remarque que les phénomènes du *baromètre* sont si variables, qu'il est extrêmement difficile de donner des règles générales de son élévation ou de son abaissement. Il semble cependant que ce soit une règle assez générale, que quand les vents soufflent de bas en haut, le mercure est plus bas : mais cela n'est pas toujours vrai. L'illustre M. Halley nous a donné les observations suivantes. Dans un temps calme, quand il doit pleuvoir, le mercure est communément bas, & il s'élève quand le temps doit être serein. Quand il doit faire de grand vents accompagnés de pluie, le mercure descend plus ou moins bas, selon le vent qui souffle. Toutes choses égales, la grande élévation du mercure arrive quand les vents soufflent de l'est ou du nord-est. Après que le vent a soufflé violemment, le mercure, qui, pendant le temps que le vent souffloit étoit fort bas, s'élève avec rapidité. Dans un temps calme, pendant lequel il gèle, le mercure se tient haut. Dans les lieux les plus exposés au nord, le mercure souffre plus de variation que dans les lieux exposés au midi : à Naples, il varie rarement de plus d'un pouce; au lieu qu'à Upminster il varie de $2\frac{5}{10}$ pouces, & à Pétersbourg de $3\frac{31}{100}$. *Transact. Philos. n°.* 434. *p.* 401. Entre & proche les tropiques, le mercure ne varie que peu ou point du tout.

Le docteur Beal remarque que, toutes choses égales, le mercure est plus haut dans l'hyver que dans l'été, & ordinairement le matin qu'à midi; qu'il l'est encore dans un temps serein un peu plus que devant ou après, ou que quand il pleut; & qu'il descend ordinairement plus bas après la pluie qu'auparavant : s'il arrive qu'il s'élève après qu'il a plu, c'est ordinairement un indice de beau temps. Il arrive cependant des changemens considérables dans l'air, sans que le *baromètre* varie sensiblement.

Par rapport à l'usage des *baromètres*, un habile physicien remarque que par son secours nous recouvrons la connoissance qui est dans les animaux, & que nous avons perdue, parce que nos corps ne sont point exposées à l'air comme les leurs : & parce que nous nous livrons à l'intempérance, & que nous corrompons la sensibilité de nos organes. Par rapport aux prédictions des baromètres, M. Halley, déjà cité, trouve que l'élévation du mercure présage le beau temps après la tempête, & que le vent soufflera de l'est ou du nord-est; que son abaissement marque que ce seront les vents de sud ou d'ouest qui régneront avec la pluie, ou présage des vents de tempêtes, ou tous les deux; que dans l'orage, si le mercure vient à s'élever, c'est une marque que la tempête passera bientôt.

M. Patrick remarque qu'en été l'abaissement du mercure annonce le tonnerre, & que quand l'orage arrive immédiatement après la chûte du mercure, il est rarement de longue durée : la même chose s'observe du beau temps, s'il arrive immédiatement après l'élévation du mercure. Enfin, Derham comparant avec ses observations celles que Scheuczer a faites à Zurich, sur les baromètres, remarque que dans le cours de l'année le mercure varie plus à Zurich, quelquefois d'un & même de deux pouces; & il conclud de là que la situation de Zurich est de près de $\frac{1}{34}$ d'un mille d'Angleterre plus haute que celle d'Upminster. Il trouve d'ailleurs un accord remarquable entre les observations faites à Zurich & les siennes; un des baromètres suivant à-peu-près les mêmes variations que l'autre : cependant cet accord n'est pas si parfait que celui des baromètres des endroits plus proches, comme ceux de Londres, de Paris, &c.

C'est le poids de l'air qui soutient suspendue la colonne de mercure dans le baromètre; quand ce poids diminue, la surface du mercure stagnant dans la cuvette est moins comprimée qu'auparavant; alors le mercure qui est dans le tube descend proportionnellement. Si au contraire le poids de l'air augmente, le mercure monte dans le tube; car dans toute circonstance, la colonne de mercure suspendue doit toujours être en équilibre, c'est-à-dire, égale en pesanteur au poids de l'atmosphère qui pèse dessus.

Dans cette explication on a supposé que « la pression de l'air vienne uniquement de son poids, qui comprime les parties supérieures sur les inférieures. Cependant il est certain que plusieurs causes concourent à altérer la pression de l'air : en général, la cause immédiate de la pression d'un fluide élastique tel que l'air, c'est la vertu élastique de ce fluide, & non de son poids. On ne doit donc attribuer la suspension du mercure dans le baromètre au poids de l'air, qu'autant que ce poids est la cause principale de la pression de l'air. En effet, le mercure du

le mercure du baromètre, dit d'Alembert, se soutient aussi bien dans une chambre exactement fermée qu'en plein air, parce que l'air de cette chambre, quoiqu'il ne porte pas le poids de l'atmosphère, est comprimé de la même manière que s'il le portoit. Si l'air demeure du même poids, & que la compression de ces parties vienne à augmenter ou à diminuer par quelque cause accidentelle, alors le mercure descendra ou montera dans le baromètre, quoique le poids de l'air ne soit pas augmenté ». *Traité des fluides* de d'Alembert, p. 61. Au lieu de l'exemple de la chambre fermée, j'aime mieux citer celui d'un baromètre, sous un récipient luté sur une platine avec de la cire verte. Le poids de l'atmosphère est soutenu par le dôme du récipient; & néanmoins le mercure du baromètre renfermé est aussi haut que l'étoit d'abord un autre baromètre égal, exposé à l'air libre; effet qui résulte dans celui là, non du poids, mais de la pression de l'air du récipient, qui est égale à celle de la compression d'une autre masse d'air libre, & à la même distance de la surface de la terre.

Poids de l'atmosphère qui pese sur la surface du corps d'un homme de taille ordinaire, selon les variations du baromètre. Lorsque le baromètre est à 28 pouces, la masse totale qui comprime le corps d'un homme est de 22033 livres 12 onces. Le poids d'un pouce de mercure, lorsque cet instrument varie, est de 787 livres 3 onces 40 grains. La variation d'une ligne équivaut à 67 livres 9 onces 42 grains (*Voyez atmosphère*).

Il est faux, comme avoit cru l'observer M. de Chanvallon (mém. acad. 1751, pag. 275), qu'un baromètre scellé hermétiquement de toutes parts, obéisse aux différentes pesanteurs de l'air. M. l'abbé Nollet a très-bien prouvé cette vérité, & a démontré que les baromètres sur lesquels on avoit fait des observations contraires au principe connu, étoient imparfaitement scellés, ou qu'il s'étoit fait au verre quelque fêlure imperceptible par où l'air s'introduisoit pour y exercer sa pression. Des baromètres fermés hermétiquement par les deux bouts, ne peuvent que faire fonction de thermomètres, obéissant seulement aux impressions de la chaleur & du froid.

M. l'abbé Nollet a encore éprouvé qu'un baromètre dont la boule est terminée par un tube capillaire, devient thermomètre & cesse d'être baromètre, si l'on fait tomber une seule goutte d'huile sur l'orifice du tuyau capillaire : cette goutte résiste plus ou moins à la pesanteur de l'air, selon que le tube est plus ou moins capillaire. On voit la goutte baisser ou s'élever & sortir, selon que le mercure s'élevera ou descendra.

C'est encore une suite des principes établis sur la pesanteur de l'air, qu'un baromètre scellé hermétiquement de tous côtés, mis sous la machine pneumatique, n'éprouve aucune variation. Si on a quelquefois vu le contraire, cet effet aura été occasionné par quelque léger balancement de la machine, ou bien parce que le récipient qui étoit fort étroit, se sera échauffé entre les mains des observateurs, & aura communiqué quelques degrés de chaleur à l'air contenu dans la boule du baromètre, & le mercure pressé sera conséquemment monté.

Une colonne de mercure de 28 pouces 5 lignes, contenue dans un tube vertical & cylindrique, fermé par en haut & ouvert par en bas, sans aucune courbure & sans être plongé dans aucune cuvette remplie de mercure, ne monte ni ne descend, lorsqu'il arrive du changement dans le poids de l'atmosphère; car une colonne toujours de même longueur, ne peut faire équilibre aux différens poids de l'atmosphère, uniquement par sa différence de position dans le tuyau.

Jusqu'à présent nous avons traité du baromètre en général, du baromètre simple, des conditions nécessaires pour sa construction, des principaux phénomènes que présente sa marche, de la cause en général des effets qu'on observe; il est à propos d'examiner maintenant les principales especes ou variétés de baromètres simples ou composés : nous les exposerons de telle sorte que les espèces qui ont des rapports entre elles se trouvent ensemble, autant que l'ordre chronologique des inventions le permettra, & réciproquement, l'ordre méthodique ne pouvant être sacrifié à un arrangement alphabétique; observation à laquelle nous nous conformerons dans d'autres occasions. Les diverses *espèces* de *baromètres simples* doivent être exposées avant de décrire celle des *baromètres composés* : ainsi nous allons commencer par les premières.

Baromètre à bouteille. Le baromètre fait selon la méthode de Toricelli, ne pouvant se transporter aisément, on imagina bientôt de recourber le tube par en bas, & de terminer cette dernière extrémité du tube par une bouteille de verre soufflée & soudée à la lampe de l'émailleur. *Voyez* la *figure* 279. On fit cette bouteille ou réservoir d'une capacité assez grande, pour que les variations de la colonne de mercure dans le tube ne pussent pas produire des changemens sensibles dans le niveau, c'est-à-dire, dans la hauteur de la surface du mercure stagnant dans cette bouteille. Cette forme de baromètre est la plus usitée.

Les baromètres à réservoir en bas ont toujours une colonne barométrique, plus courte que dans un tuyau simple en forme de siphon; c'est pourquoi M. du Luc a souvent désiré que les physiciens voulussent fixer l'échelle de leurs baromètres à réservoir (très-commode pour l'usage ordinaire), en

les comparant à un baromètre fait en forme de siphon, & non par une mesure immédiate qui part du niveau du mercure dans le réservoir. C'est, dit-il, le plus sûr moyen de rapporter avec exactitude les unes aux autres, des observations que l'on a pu comparer, en même temps que la hauteur barométrique exprimée par les baromètres de cette forme, est la seule vraie, c'est-à-dire, la seule qui, après la correction pour la chaleur, exprime le poids de l'air par la hauteur d'une colonne de mercure de densité donnée, avec laquelle il est réellement en équilibre

On a imaginé de placer la graduation du baromètre au haut de la petite branche, afin de pouvoir observer plus commodément. *Voyez* la *figure* 280.

M. le cardinal *de Luynes* a donné dans les mémoires de l'académie des sciences, pour l'année 1768, des observations sur le mouvement du mercure dans des baromètres dont les tubes sont de différens diamètres, & chargés par des méthodes différentes. De ces observations, il résulte que les baromètres chargés, le mercure étant excessivement bouillant, sont ceux où il reste le moins d'air; que leurs marches sont les plus régulières, lors même que le tuyau n'a qu'un diamètre de deux tiers de ligne ou au-dessous; que les baromètres chargés à froid avec un entonnoir à longue queue, se tiennent beaucoup plus bas que ceux qui ont été chargés le mercure bouillant; que ceux qui ont été chargés sans entonnoir, & avec précaution, même avec du mercure froid, se maintiennent presque à la même hauteur que ceux qui l'ont été avec du mercure bouillant : mais que ceux dont les tubes ont été lavés avec de l'esprit-de-vin, sont de tous ceux où le mercure se tient le plus bas, à moins qu'on ne les charge avec du mercure excessivement bouillant, auquel cas ils se tiennent aussi haut que les autres; que dans les tubes d'un très-grand diamètre, le mercure se tient plus bas de quelques lignes que dans les baromètres ordinaires; que de toutes les méthodes usitées pour charger les baromètres, la plus mauvaise est de les charger avec l'entonnoir à longue queue.

M. de Roche-Blave a aussi observé que la condition la plus essentielle, pour que deux baromètres, bien faits d'ailleurs, puissent être d'accord, est d'avoir le même calibre : comme cet objet est difficile à remplir, on obvie à tout par un moyen plus aisé, celui de prendre des tubes ayant un calibre de 4 lignes au moins de diamètre intérieur; dans ce cas l'attraction du mercure au verre devient presque nulle, & pour peu que les verres soient de même espèce, les baromètres se trouvent régulièrement d'accord, pourvu qu'ils aient été purgés d'air exactement. Cette manière corrige aussi très-bien l'inconvénient réel que M. de Luc a remarqué aux baromètres à réservoir, savoir qu'ils se tiennent constamment plus bas que ceux qui sont faits d'un seul tube recourbé.

Baromètre à tube recourbé ou en siphon. On imagina bientôt pour rendre le baromètre moins dispendieux, de supprimer la cuvette qui exigeoit une grande quantité de mercure; on eut ensuite l'idée de recourber la partie inférieure du tube de Toricelli, comme on le voit dans la *figure* 281 : il devint en même-temps plus commode. Ce changement de construction ne put nuire à ses effets généraux, car l'extrémité du petit tube étant ouverte, l'air de l'atmosphère comprimoit également le mercure qui y étoit, comme le mercure de la cuvette dans le baromètre de Toricelli : mais on ne comptoit l'élévation de la colonne du mercure, que depuis le niveau de la surface inférieure dans la petite branche du tube. En appliquant ce tube, en siphon renversé sur une monture, & mettant des divisions en pouces & en lignes à une hauteur convenable, on eut un baromètre.

On abandonna bientôt cette forme, à cause que les variations du mercure y étoient moins apparentes. Lorsque le poids de l'atmosphère diminue, sa pression sur la surface du mercure étant moins grande, le mercure s'abaisse dans le grand tube, & s'élève dans le petit; alors l'abaissement du mercure n'est qu'à-peu-près la moitié de ce qu'indiquent les autres baromètres, parce que le mercure qui a passé de la grande branche dans la petite, augmente d'autant le poids sur le premier niveau. Pour connoître le changement total du poids de l'atmosphère, il faut donc déduire de la hauteur du mercure dans la grande branche, son élévation dans la petite au-dessus d'un point fixe; ce qui exige deux observations & une soustraction incommode; au lieu que dans le baromètre de Toricelli, le mercure qui descend du tube, se répandant sur une grande surface, n'en augmente pas sensiblement la hauteur (*Voyez* ci-après la description du *baromètre portatif de M. de Luc*).

Baromètre simple de M. Prins. M. Prins, célèbre artiste hollandois, & émule de M. Fahrenheit, pour les ouvrages de ce genre, a fait des baromètres dans lesquels le niveau du mercure ne change point, quelle que soit la variation de la hauteur de la colonne. On a vu plus haut qu'on avoit toujours cherché à réduire toute la variation du baromètre simple à l'une de ses extrémités, & à trouver des moyens de diminuer l'effet que produisent sur la hauteur de la colonne de mercure, les changemens de hauteur de ce liquide dans le réservoir. C'est dans ce but qu'on se servit de grandes cuvettes, & que l'on souda ensuite au tube des boules de grand diamètre.

Ce baromètre, représenté dans la *figure* 282, est

fait d'un tube droit $a\ b$, plongé dans une cuvette i, k, b. Un couvercle horisontal ferme le vase, un peu en dedans de son embouchure en $c\ d$, c'est-à-dire, par la circonférence de ce couvercle; mais celui-ci est percé à son milieu d'un trou $c\ f$, dans lequel passe le tube sans en toucher les bords. Le mercure remplit le vase, & outre cela, même dans la plus grande hauteur du baromètre, il sort par l'intervalle qui reste entre le tube & le couvercle, & s'élève au dehors en forme d'anneau autour du tube : on voit la coupe diamétrale de cet anneau en $g\ h$. Lorsque le mercure descend dans le tube, il en sort davantage du réservoir; le limbe de l'anneau qu'il forme s'élargit en s'étendant sur le couvercle de g & h, en i & k. Si le mercure remonte, l'anneau se rétrécit en se resserrant vers le tube; l'attraction des parties du mercure empêche leur séparation. Ainsi, le mercure s'étend & se retire alternativement sur le couvercle sans changer de hauteur; & l'effet total des changemens du poids de l'atmosphère, est mesuré par les seules variations qui ont lieu au haut du tube. Ce baromètre est très-ingénieux; on ne peut guère objecter contre lui qu'une construction qui est moins aisée que celle des autres baromètres simples; c'est sans doute la seule raison pour laquelle il n'est pas adopté par un plus grand nombre de personnes. *De Luc.*

Baromètre à surface plane. Le moyen de faire ce baromètre est simple; il consiste à prendre un tube bien net, de 36 pouces environ de longueur, & d'un diamètre quelconque, terminé en haut par une boule ou bouteille qui le fermera hermétiquement. (Cette boule peut être plus ou moins grosse, pourvu qu'elle ne soit pas moindre que le triple de la capacité du tube. A l'autre extrémité, on soufflera une seconde bouteille à-peu-près quadruple de la première; puis en courbant la partie inférieure du tube, on fera venir la bouteille dans une direction parallèle au tube : cette seconde bouteille doit rester ouverte, & être à la distance de 30 pouces environ de la bouteille supérieure. Quand on voudra charger le baromètre, on attachera au fil de fer au-dessous de la boule supérieure, & on versera dans la bouteille inférieure autant de mercure bien purifié qu'il en faut pour remplir le tube & la boule supérieure. On couchera ensuite le tube de toute sa longueur sur un brasier, & on le fera chauffer de manière que le mercure bouille fortement dans la bouteille inférieure, & que le reste du tube soit prêt à rougir : alors, par le moyen du fil de fer, on relevera le tube, on le retirera de dessus le brasier, & on le tiendra dans une situation verticale. Quand le tube sera refroidi, on l'inclinera pour faire monter une partie du mercure dans la boule supérieure; puis on le reportera sur le brasier, en observant de le coucher de manière que la boule inférieure soit de deux ou trois pouces plus élevée que la boule supérieure. On excitera le feu principalement sous les deux boules; & quand on verra le mercure bouillant passer en vapeurs de la boule supérieure dans la boule inférieure, on relevera promptement le tube, on l'ôtera de dessus le brasier, & on le tiendra, comme la première fois, dans une situation verticale, jusqu'à ce qu'il soit refroidi. Cette seconde opération pourroit suffire; mais il est bon de la répéter plusieurs fois. La règle la plus sûre est de continuer à faire bouillir le mercure, jusqu'à ce qu'il paroisse devenir insensible au feu comme du plomb fondu; c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'il cesse de bouillonner; alors on est assuré qu'il est parfaitement purgé d'air & d'humidité.

Les baromètres construits selon cette méthode, ont les avantages suivans : la surface supérieure du mercure sera plane, & permettra de juger avec précision de la vraie hauteur du baromètre. L'accord entre tous les baromètres construits de la même manière, sera parfait; ou s'il y a quelque différence, elle viendra du frottement : il ne s'agira que de donner un petit coup sur ces baromètres ou de les remuer un peu, pour les faire monter au même niveau. Le mercure sera brillant dans les tubes, & l'on n'y verra aucune tache.

Observons que le mercure de la bouteille inférieure restant exposé à l'air, reprendra bientôt l'air & l'humidité dont on l'avoit dépouillé; c'est pourquoi, lorsque le baromètre sera fait & mis en expérience, il faudra avoir l'attention de ne plus faire remonter le mercure de la boule inférieure dans la boule supérieure; autrement l'air & l'humidité pénétreroient dans le tube, & rendroient inutiles les précautions qu'on a prises. Pour empêcher que cela n'arrive, on fera bien de supprimer la boule supérieure, après que le baromètre aura été chargé.

A cet effet, avant que de charger le baromètre, on amincira à la lampe la partie supérieure du tube qui touche à la boule, de manière que le passage du tube à la boule ait moins d'une ligne de diamètre intérieur. On chargera ensuite le tube comme on l'a dit : puis en tenant le tube verticalement, on l'approchera de la lampe, & avec un chalumeau, on dirigera la flamme sur la partie du tube qu'on a amincie. Le verre s'amollira, on enlevera avec la main la boule supérieure, & le tube se trouvera fermé hermétiquement, sans que l'air extérieur ait pu y pénétrer).

Le baromètre à surface plane perfectionné; par M. Assier-Perica. Dans le baromètre à surface plane imaginé par dom Casbois, la surface de la colonne du mercure monte & descend sans aucune convexité, ce qui sembloit procurer un avantage pour juger plus exactement de la hauteur du mercure; mais cet avantage renfermoit en lui-même un grand inconvénient. On en jugera mieux, lorsqu'on connoîtra qu'elle est la méthode employée pour obte-

nir une ſurface plane. Pour cet effet, on a d'abord ſoudé une boule au haut du tube : on l'a fait chauffer; on l'a remplie de mercure bouillant; & enſuite on a fait encore bouillir ce même mercure dans la boule & dans le tube : ce qui exigeoit un appareil coûteux, très-difficile à manœuvrer, & qui, malgré ce double inconvénient, ne portoit pas encore les baromètres à ſurface plane au degré de perfection déſirable; car pour cela, il doit, 1°. être extrêmement ſenſible ; 2°. très-facile à meſurer depuis le niveau juſqu'au haut de la colonne, & il faut que les diviſions ſoient très-exactes.

Or les baromètres à ſurface plane qu'on fit d'abord, manquèrent ſingulièrement de ſenſibilité; aucun n'a réſiſté à l'épreuve qu'on leur fit ſubir, celle de faire monter le mercure dans le tube, en inclinant l'inſtrument, & en obſervant s'il revient au même point, lorſqu'on le replace verticalement. On a trouvé dans les baromètres conſtruits de cette manière juſqu'à $\frac{1}{8}$ de ligne de différence de hauteur, en faiſant monter & deſcendre la colonne; on y appercevoit auſſi une lenteur d'oſcillation qui annonçoit leur peu de ſenſibilité.

La partie ſupérieure de ce baromètre à ſurface plane, perfectionné, *figure* 283, préſente une vis d'ivoire à tête quarrée, qui ſert à introduire l'air ſur la ſurface du bain dans lequel plonge le tube, & une petite fenêtre par où l'on voit un flotteur, traverſé par un cylindre d'ivoire, ſur lequel eſt une ligne circulaire, qui donne le terme fixe du niveau, & le moyen de le rappeler parfaitement à volonté. Cette figure repréſente la coupe de la cuvette; A A eſt une pièce en buis, dans laquelle le tube eſt cimenté à la gomme laque; cette pièce ſe viſſe dans un cercle de buis B B; ce cercle eſt cimenté à un flacon de cryſtal C C; le même flacon eſt cimenté à un autre cercle en buis D D, qui entre à vis dans une pièce E E, dont la partie inférieure eſt tournée en forme de gouleau renverſé, pour y fixer ſolidement un ſachet ou réſervoir de peau, qui contient ſuffiſamment de mercure pour remplir la totalité du flacon C C, & rendre le mercure ſans mouvement dans le tube; ce qui s'opère par une vis G taraudée dans la partie inférieure de la pièce E F, ajuſtée à vis ſur E E; on voit auſſi la coupe du flotteur Z Z traverſé par ſon cylindre Y; X repréſente la vis qui ſert à l'introduction de l'air, & qui empêche auſſi le mercure de ſortir dans les voyages.

Par ces précautions, ce baromètre devient un des plus tranſportables qui aient encore paru : il ſe renverſe en tout ſens; il eſt ſans choc à ſa partie ſupérieure, & à l'abri de tout accident; quand on part pour le voyage, on tourne la vis G avec la clef L, la plaque M M remonte & repouſſe vers le haut le ſac qui contient le mercure; il remplit alors toute la capacité du tube & du réſervoir C C; il ne peut par conſéquent ni balotter, ni caſſer le tube. Eſt-on arrivé à une ſtation? On fait mouvoir la vis G, de façon que le mercure redeſcend dans la cuvette; le flotteur l'accompagne, & on arrête lorſqu'il eſt juſte au point du niveau invariable marqué ſur la tige d'ivoire Y Y; on ouvre alors la vis X, qui fait communiquer l'air de la cuvette avec celui de l'atmoſphère, par le canal N. Par ce procédé, on eſt ſûr d'avoir toujours le même niveau, ſoit que l'on monte ou que l'on deſcende pour faire des obſervations; ce qui eſt un point eſſentiel.

A l'échelle de ce baromètre, on a adapté une plaque de cuivre A B, qui porte pluſieurs pouces de diviſion, partagés en lignes, & chaque ligne en quart de ligne ; derrière cette plaque eſt une crémaillière qui porte un anneau, à travers lequel paſſe le tube. Cet anneau, auquel eſt attachée la plaque E F, ſert à juger la hauteur du mercure ; on le fait deſcendre par le moyen de la vis D & d'un pignon, juſqu'à ce que le jour, qu'on apperçoit alors, entre la partie inférieure de l'anneau & la colonne de mercure, diſparoiſſe, ou du moins ſe réduiſe à une ſi petite ligne, que l'on puiſſe être aſſuré de la coïncidence parfaite de l'anneau & de la ſurface du mercure; alors on examine par le vernier E F, ſur les diviſions duquel coïncide la ligne de foi, & cette diviſion donne la hauteur du mercure; D eſt une vis de rappel, qui fait deſcendre ou monter le vernier E F; ſi la ligne de foi ne coïncide pas abſolument ſur un des quarts de ligne de l'échelle fondamentale, on trouve qu'une des vingt-cinq diviſions du vernier répond à une de l'échelle; alors on compte à combien de diſtance eſt cette diviſion de la ligne de foi, & le nombre d'intervalles donne autant de centièmes de ligne à ajouter à la hauteur approchée par la ligne de foi. *Voyez* la *figure* 284.

Baromètre portatif. On donne ce nom à un baromètre dont la conſtruction eſt telle, qu'on peut tranſporter cet inſtrument d'un lieu dans un autre, ſans qu'il ſe caſſe, ſans que le mercure ne ſorte de la cuvette, & ſans que l'air ne rentre au haut du tube, en un mot ſans aucun dérangement. Si on tranſporte ſans précaution un baromètre, le mouvement de la marche fait naître dans la colonne de mercure des oſcillations qui la font frapper avec force contre le ſommet intérieur du tube, c'eſt pour cela qu'on doit incliner le tube, juſqu'à ce que la colonne rempliſſe entièrement le tube; mais cette précaution ne peut être priſe que lorſqu'il s'agit de porter un baromètre ordinaire à de petites diſtances; afin d'empêcher que le mercure de la cuvette n'en ſorte, on peut lier par ſes deux extrémités un petit morceau de peau vers l'inſertion du tube, à l'embouchure de la cuvette. Mais ces moyens ſont plutôt de précautions pour tranſporter un baromètre, que des procédés d'une conſtruction particulière.

M. *Boistissandeau* présenta, en 1758, à l'académie des Sciences, qui l'approuva, ainsi qu'on le voit dans l'histoire de cette compagnie, un *baromètre portatif perfectionné*; la boîte de cet instrument est d'une seule pièce d'un bois dur comme le buis; l'ouverture par laquelle entre le tube dans la boîte, a extérieurement la figure d'un cône renversé, & elle est assez grande pour que le mastic qu'elle reçoit & qui communique avec une certaine quantité de cette matière qu'on verse dans la boîte, fasse un volume suffisant pour y assujettir le tube. Cette boîte cylindrique intérieurement, est ouverte par son fond, de manière que le diamètre de son ouverture, se trouve un peu plus grand que celui de l'intérieur de la boîte, afin qu'il y ait une partie contre laquelle une dame garnie de chamois qu'on y fait entrer, puisse reposer, & une autre partie de cette même ouverture est formée en écrou sur le tour pour recevoir un bouchon à vis, qui, comprimant la dame contre le rebord de la boîte, la ferme avec exactitude. Au moyen de cette ouverture, on peut remplir commodément & exactement le baromètre, & même y mettre plus de mercure qu'il n'en faut; car la dame poussée par le bouchon à vis, fera sortir par le trou de communication avec l'air, tout le mercure superflu; le reste de cette boîte est à peu près semblable à ce qu'on a coutume de pratiquer dans les autres baromètres portatifs, pour recevoir le mercure superflu, & donner passage à l'air, lorsque le baromètre est en expérience. Cette construction a sur-tout l'avantage de ne pas laisser échapper le mercure à travers les jointures des deux pièces qui composent ordinairement la boîte.

Le sieur *Bourbon*, constructeur de baromètres à Paris, présenta, il y a quelques années, à l'académie des Sciences, un *baromètre portatif*, dont la boîte n'étoit fermée en bas que par un cuir & une vessie qui peuvent obéir à la pression de l'air; le tube du baromètre étant scellé à la boîte, cette pression ne se fait que par cet endroit. On peut aussi comprimer le mercure par le moyen d'une vis garnie d'une petite glace fixée au-dessous : par-là on rend immobile la colonne de mercure, lorsqu'on veut transporter l'instrument. *Hist. de l'Acad.*, 1751, p. 173.

On a encore employé la construction suivante pour rendre un baromètre portatif; le tube de cet instrument rempli de mercure, est enchâssé dans l'épaisseur d'une planche, & recouvert dans toute sa longueur, excepté les trois pouces d'en haut, qui comprennent les limites de la variation du mercure; divisée en pouces & en lignes; l'extrémité inférieure est mastiquée à une boîte de bois dur, à côté de laquelle on a pratiqué une petite auge dans laquelle le mercure superflu coule lorsque l'instrument est vertical, au moyen d'un petit trou qui communique à la boîte; lorsqu'on le couche, ce mercure rentre par le même trou, pour remplacer celui qui a rempli le vide au haut du tuyau; alors on bouche ce petit trou avec une vis ou une cheville, & le baromètre peut souffrir toutes sortes de situations sans se déranger. *Hist. de l'Acad.*, 1755, p. 140.

Baromètre portatif de M. de Luc. La *figure* 285 montre le baromètre portatif dont M. de Luc s'est souvent servi pour mesurer différentes hauteurs; il est comme on le voit, renfermé dans une boîte de sapin; le tube qui sert au baromètre est fait de deux pièces, l'une de 34 pouces, outre la courbure d'en bas, & l'autre de 8 pouces: elles communiquent l'une à l'autre, au travers d'un robinet. Ce robinet ne doit point être fait d'ivoire, parce que malgré la perfection du travail, les pièces laissent échapper du mercure aux moindres secousses que reçoit le baromètre. Il faut que la pièce intérieure de ce robinet soit de liège, matière compressible qui se prête à toutes les inégalités du trou. La *figure* 286 montre le robinet en partie démonté & de grandeur naturelle; il est composé de deux petits cylindres d'ivoire *a b*, percés dans leur longueur d'un trou dont le diamètre doit être tel, que le tube y passe avec facilité, & d'une pièce d'ivoire quarrée *c*, qu'on voit ici de côté, & en face dans la figure précédente qui présente ce baromètre portatif entier; le trou, qui a huit lignes de diamètre, est destiné à recevoir la clef *f d e*; on voit en *h* & *i* des petits tuyaux, vis-à-vis des trous cylindriques qui doivent les recevoir; la clef est composée de liège & d'ivoire; le liège entre dans le grand trou de la pièce *c*, qu'il dépasse en *f*; la pièce *d e*, qui est d'ivoire, est colée avec le liège; elle sert à faire tourner la clef; on peut voir dans le second volume des recherches de M. de Luc, les détails de construction relatifs à cette pièce importante, le robinet, aux moyens de l'ajuster avec les tubes du baromètre.

Pour empêcher que le mercure ne balote quand le robinet est fermé, il faut que le grand tube soit exactement rempli; pour cet effet, on doit tenir le baromètre incliné pendant qu'on le ferme. Lorsqu'on veut mettre cet instrument en expérience, on le place d'abord solidement & à plomb, avant de mettre en liberté le mercure; on tourne ensuite fort lentement la clef du robinet, particulièrement sur les montagnes, afin que le mercure ne balance point en s'abaissant brusquement dans le grand tube; il est à propos de remarquer ici qu'il est mieux de donner peu d'étendue à la partie du tube qui doit être vide d'air.

La construction de l'échelle de ce baromètre est fondée sur ce qu'il est toujours plus aisé d'additionner que de soustraire, & particulierement lorsque les quantités sont accompagnées de fractions. On a d'abord marqué le long du grand tube l'es-

pace de 27 pouces, compris entre le point marqué 20 dans le haut du tube, & celui qui correspond à 7 vers le bas, & cet espace a été divisé en 27 parties, qui sont des pouces; & on a tiré sur la septième en montant, une ligne horisontale qui est marquée *zéro*, c'est-à-dire, que si l'on étoit sur une montagne assez élevée pour que le mercure remontât dans la petite branche jusqu'à ce point, la hauteur de la colonne, soutenue par le poids de l'atmosphère, seroit indiquée simplement par les divisions qui sont au-dessus de la ligne zéro. Mais à mesure qu'on descend, & que le mercure s'élevant dans la grande branche, s'abaisse dans la petite, il faut ajouter à la hauteur indiquée par l'extrémité supérieure de la colonne, la quantité dont la partie inférieure s'est abaissée au-dessous de *zéro*.

Ainsi la hauteur du baromètre, ou la distance verticale des deux surfaces du mercure, se mesure depuis zéro en deux portions, dont l'une va en montant dans la grande branche, & l'autre en descendant dans la petite. C'est dans cet ordre que les chiffres sont placés. Par exemple, si l'on veut savoir la hauteur du mercure, telle qu'elle est représentée dans la figure, il faudra dire :

Le mercure est dans la grande branche à . . 20 *p.*
Il est dans la petite à 7

Donc la hauteur totale est . . . . 27 *p.*

Il en est de même pour tous les nombres entiers & pour les fractions.

On voit encore dans la figure de ce baromètre portatif, celle de deux thermomètres; l'un est destiné à corriger les effets de la chaleur sur le baromètre à peu près au milieu de la longueur de celui-ci; le diamètre de la boule de ce thermomètre, ne doit pas excéder de beaucoup celui du tube du baromètre, afin que ces deux instrumens soient également prompts à se conformer aux changemens de température. Ce thermomètre est de mercure; on voit aux côtés du tube, les divisions de Réaumur & de Fahrenheit; la division de M. Deluc n'a besoin d'aucune place extérieure; on a parlé du fondement de l'échelle de ce physicien, en traitant dans l'article BAROMÈTRE, *de l'effet de la chaleur produit sur le baromètre*, & on y a montré que cette échelle étoit faite dans son origine, par la division en *96* parties, de l'intervalle compris entre les deux termes fixes du thermomètre, & qu'il n'y a pas de fraction plus commode que des seizièmes de ligne, pour exprimer exactement la hauteur du mercure dans le baromètre.

L'autre thermomètre qui est dans la figure, est destiné à indiquer la température de l'air libre, il est fixé à la petite porte *c d*; le tube de ce thermomètre est très-capillaire, & le diamètre extérieur de sa boule n'a que trois lignes. On fait cette boule petite, afin que le mercure soit plus promptement réduit à la température de l'air environnant : ce qui abrège les observations.

On voit encore dans la figure de ce baromètre portatif un à plomb qui est au-dessus du petit thermomètre dont on vient de parler; la niche où pend ce plomb, est garantie du vent par une porte vitrée, qui se ferme au moyen d'un ressort de laiton, & la soie qui tient le plomb suspendu, passe par une rainure, qui s'étend depuis le haut de la boîte jusqu'à la niche; la cheville qu'on voit au-dessus de l'ouverture quarrée, sert à hausser ou à abaisser le plomb, en tournant la cheville dans un sens ou dans un sens contraire.

Pour compléter cet instrument, il ne manquoit plus qu'un moyen pour placer le baromètre; les trépieds ordinaires étant incommodes, M. de Luc imagina un pied, dont les trois branches ne laissant aucun vide entre elles, forment un bâton commode. On le voit dans la *figure* 287, qui montre le haut de ce pied; ses branches, qui sont représentées comme rompues en *a b c*, ont trois pieds trois pouces de longueur : le frêne & le noyer peuvent être employés à cet usage; ces branches ont chacune à leur extrémité inférieure une pointe de fer, qui se plante dans le terrein; la *figure* 288 fait voir la pièce la plus essentielle de cette machine, savoir, sa charnière.

Les vis qu'on apperçoit à chaque côté de la partie supérieure du trépied, sont destinées à serrer dans la presse la partie d'en haut du baromètre qui est ainsi suspendu.

Baromètre portatif de Ramsden. La *figure* 289 représente un baromètre portatif de Ramsden; AB est un tube du baromètre plein de mercure, dont on voit l'extrémité supérieure en *c*; à côté est l'index *e d*, qu'on fait monter ou descendre en tournant la clef *g*, jusqu'à ce que le bord *e d* & un autre pareil qui est derrière, soient vus en contact avec la convexité *c* du mercure dans le tube, comme si c'étoit une tangente tirée sur un arc de cercle. Cette méthode sert à déterminer avec précision la vraie distance entre les surfaces de la colonne de mercure; savoir, celle du réservoir & celle de l'extrémité *c* de la colonne; KL est une plaque de métal gravée avec deux divisions différentes, dont l'une, qui est près du tube, marque les pouces anglois, divisés chacun en dix parties & subdivisés en centièmes, par le moyen du *nonius h d*; l'autre marque des pouces françois, dont chacun est divisé en douze lignes, & chaque ligne est subdivisée en dix, c'est-à-dire, en 120 parties de pouces, par le moyen du *nonius i f*, qui tient au premier, & qui suit ses mouvemens lorsqu'on tourne la clef *g*.

M *n* est un thermomètre à mercure, avec l'échelle de Fahrenheit M *r* d'un côté, & celle de Réaumur *s n* de l'autre; à côté de cette dernière échelle, se trouve une troisième *t u*, qui sert pour la correction du baromètre; son zéro est vis-à-vis du 55e degré de Fahrenheit ou du tempéré, & les nombres au-dessus & au-dessous marquent combien de centièmes de pouce (mesure d'Angleterre) il faut ajouter ou retrancher de la hauteur qu'on a observée dans le baromètre, selon la température de l'atmosphère; *o* & *p* sont deux index qu'on fait monter ou descendre avec la clef *g*, mise dans le trou *q*, jusqu'à ce qu'ils soient vis-à-vis de l'extrémité du mercure du thermomètre; alors la ligne ou le bord de l'index *p x*, montre sur l'échelle de correction *t u*, combien de centièmes il faut ajouter ou ôter de la hauteur observée dans le baromètre.

M. *Ramsden* a ensuite perfectionné ce baromètre, comme on le voit dans la *figure* 290; il est suspendu dans une ouverture pratiquée au milieu d'un pied à trois branches, comme celui des graphomètres; à la droite est l'échelle du pied françois, & à la gauche celle du pied anglois; le pouce est divisé en dix lignes, & chaque ligne en demi-ligne; le *nonius* divise la ligne angloise en 50 parties de deux en deux, & la ligne françoise en 10 parties; 30 pouces de l'échelle françoise répondent à 31 pouces 9 lignes de l'échelle angloise.

L'ouverture A se bouche avec une forte vis d'ivoire, afin de contenir le mercure & de rendre le baromètre portatif. A cette ouverture on voit dans l'intérieur deux morceaux d'ivoire fixes, sur lesquels est tracé une ligne horisontale; & entre ces deux morceaux d'ivoire qui sont séparés, on a placé un petit cylindre d'ivoire qui a toute la liberté de monter & de descendre sur la surface du mercure contenu dans le réservoir; on a tracé aussi sur ce cylindre un trait noir, que l'on fait coïncider avec les deux lignes fixes, en l'élevant ou en le baissant par le moyen de la vis B, qui fait monter ou descendre le mercure du réservoir. Ainsi, lorsque la ligne tracée sur le petit cylindre n'en forme qu'une avec les deux lignes fixes, on a la vraie hauteur du mercure dans le baromètre; l'axe *a b* du baromètre passe dans un cercle mobile qui fait prendre à l'instrument une direction verticale. On voit en C un thermomètre, que l'on applique sur le baromètre lorsqu'il est en place.

Baromètre de Magellan. Ce baromètre est portatif, & très-commode pour les opérations de la mesure des hauteurs. Dans la *figure* 291, on le voit renfermé dans sa boîte E F, par le moyen de trois anneaux de métal G B H. Cette boîte a la forme d'un cylindre creux, fendu en trois branches, depuis A A jusqu'à F, qui sont excavées en dedans pour recevoir le corps du baromètre.

La *figure* 292 représente ce baromètre en situation, lorsqu'on veut observer la hauteur du mercure; il est suspendu au milieu de son trépied. Ce qui a été dit dans les divers articles contenus sous le mot BAROMÈTRE, dispense d'entrer ici dans de plus grands détails. Ceux qui seront curieux de les connoître, pourront consulter un excellent mémoire de M. Magellan, imprimé dans les observations sur la Physique, l'Histoire naturelle & les Arts, février, pag. 108 & suivantes, année 1782. Outre la description de ce baromètre, cet habile physicien traite de la méthode de mesurer les hauteurs des montagnes, & donne des tables très-étendues pour calculer ces mesures avec la plus grande facilité.

Pendant long-temps, pour rendre les baromètres ordinaires portatifs, on a recourbé le tube par la partie inférieure, en la terminant par une boule qui faisoit l'office de cuvette. Cette cuvette, surmontée d'un tube cylindrique, pouvoit être fermée par le moyen d'un piston, & conséquemment retenir le mercure dans toute la capacité du tube. Mais ce piston, fait d'une tige de fer, enveloppée d'une quantité suffisante de chanvre, ne conservoit pas toujours le même degré de fermeté qu'il devoit avoir pour boucher exactement la capacité du tube; la partie de chanvre se desséchant à la longue, le mercure se portoit dans la cuvette, & donnoit passage à l'air.

Pour remédier aux inconvéniens d'un moyen de cette espèce, on a imaginé le baromètre représenté dans la *figure* 293; il est composé d'un tube fermé hermétiquement à ses deux extrémités AB, & ouvert latéralement en C vers sa partie inférieure; quelque soient le mouvement & l'inclinaison du tube, l'ouverture C est toujours recouverte de mercure, & s'oppose conséquemment au passage de l'air, qui tend à s'introduire dans le tube.

Afin d'adapter solidement le tube à la cuvette, on lie en F G un morceau de peau de mouton sur la circonférence du tube, vers l'endroit où il plonge dans la cuvette; on replie cette peau sur elle-même par-dessus la ligature, & on lie l'autre extrémité sur la gorge de la cuvette; de cette manière, le tube est tellement adhérent à ce dernier vaisseau, qu'il peut supporter le poids du mercure qui y est contenu.

On empêche les oscillations du mercure qui se feroient sentir contre la voûte du tube B, d'autant plus fortement que le tube est plus purgé d'air (ainsi que l'expérience du marteau d'eau le prouve), en pratiquant un étranglement à la partie H H de la partie supérieure du tube : ce qu'on exécute en

amolissant un peu cette partie à la lampe de l'émailleur. Par ce moyen, le mercure ne se porte vers le sommet intérieur qu'après avoir perdu progressivement une partie de sa force en passant par le tube capillaire produit par l'étranglement : de plus on a surchargé & renforcé de matière vitreuse l'extrémité B du tube.

Le baromètre portatif en canne ne diffère pas du précédent. On renferme le tube de verre, qui n'est ouvert que latéralement, dans une espèce de canne creuse, échancrée un peu au-dessous de la partie supérieure, pour laisser voir l'échelle du thermomètre garnie d'un *nonius*, qui glisse de haut en bas dans une rainure, & qui divise la ligne en douze parties. (*Voyez* la *figure* 294.)

On a ensuite perfectionné ce baromètre en soudant au fond de la cuvette un bout de gros tube, dans lequel entre le tube du baromètre, ouvert en bas comme à l'ordinaire; quelque mouvement qu'éprouve le baromètre, ce bout de tube est toujours plein de mercure, & l'air n'y peut pas entrer.

Baromètre de M. Hurter. Un des baromètres dont la construction a paru bien entendue, simple & peu susceptible d'accidens, est le baromètre portatif de M. J.-H. Hurter, & dont on voit la forme dans la *figure* 295, AA le baromètre sans pied, BBB les trois jambes, C un quarré avec quatre vis qui servent à mettre le baromètre dans une position verticale; *a a* les échelles françoises, *b b* les échelles angloises; les pouces françois sont divisés en 12 lignes, 9 de ces lignes transformées en dix parties, forment le nonius, & subdivisent les pouces en 120; les pouces anglois sont divisés en 20 & 24; de ces 20 transformés sur le nonius en 25, subdivisent le pouce en 500 parties effectives; mais l'on compte chaque division du nonius anglois double; ainsi on fait le calcul par millièmes de pouces au lieu de cinq centièmes.

Une tête de vis de rappel *e* se trouve au-dessus du nonius; on la tourne horisontalement pour faire monter ou descendre le nonius, & l'ajuster avec la plus grande exactitude; *a* est un poid qui sert à indiquer quand le baromètre est dans sa parfaite position verticale ou perpendiculaire; il est arrêté intérieurement par une espèce de fourche, qui communique avec la tête de vis *e*, pour l'empêcher de baloter quand on transporte l'instrument d'un endroit à l'autre; pour le dégager, il faut tirer en bas ladite tête de vis *d d*; *s s* est le thermomètre avec les échelles de Fahrenheit & de Réaumur; *g g* sont des crochets de laiton qui joignent le quarré *e* au trépied BBB; deux crochets sont fixés à la jambe de derrière pour répondre aux deux autres, & également arrêtés audit quarré.

On voit en D le réservoir, fixé à sa partie inférieure à un cylindre à pas de vis, qui se visse dans un autre cylindre *h* au-dessous pour monter ou descendre à volonté le réservoir; la partie intérieure du cylindre à vis est occupée par un ressort spiral, dont un petit bout sort par la fente indiquée, & qui sert pour comprimer le ressort par le moyen du dernier cercle cordonné, qui se visse en bas & se sépare des trois autres appartenans au réservoir; au dessus du ressort est attachée une peau qui ferme le réservoir, mais qui est assez lâche pour se prêter au mouvement du mercure ou du ressort; à la partie inférieure du tube est fixé un cylindre de bois, qui répond exactement à l'ouverture au fond du réservoir couvert de la peau; le réservoir étant vissé contre l'ouverture dudit cylindre, & par conséquent contre le tube de verre, empêche la communication avec l'air extérieur.

Ce qu'on vient de dire doit toujours s'entendre du baromètre dans son état d'inaction, dit M. Hurter, dans la lettre dont on a tiré cette description, car le réservoir n'a point de mercure; il se trouve dans une boîte de buis séparée, & on ne le vide dans le réservoir qu'au moment où on veut se servir du baromètre; c'est-là le grand avantage de ce baromètre : aucune secousse ne peut le déranger; la quantité de mercure dans le tube de verre étant si petite, qu'elle est incapable d'aucun effort dangereux, parce que si le mercure reçoit quelques impressions, soit par un choc, soit par sa dilatation, le ressort se prête suffisamment à tout.

Lorsqu'on veut se servir du baromètre, on commence par vider le mercure de la petite boîte dans le réservoir de buis; on le dévisse ensuite, & on verra descendre le mercure dans le tube; quand il est descendu à peu près à son point, ce que l'on verra par l'échelle, alors on l'ajuste en le revissant en haut; c'est ce qui fait monter la flotille d'ivoire qui sert à indiquer la hauteur convenable par ses extrémités qui doivent toucher au cercle noir qui est au bout du cylindre de bois : dans cet état il est prêt à être mis en expérience; c'est à peu près les mêmes opérations dont on se sert pour le vider, excepté qu'on penche le baromètre pour faire rentrer le mercure presque en haut du tube; il faut seulement prendre garde de ne le pas trop pencher, afin que sa partie inférieure reste toujours plongée dans le mercure; pour cet effet, il faut un peu monter le réservoir, & quand le tube est plein, on le ferme tout à fait; alors le mercure peut être vidé hors du réservoir dans la petite boîte; pour fermer tout à fait le baromètre, il faut avoir ôté les crochets *g g* du quarré *e*, & mis à leurs places dans le dedans des jambes BBB, tourner lesdites jambes du bas en haut; ils tournent sur leurs axes circulairement, & se joignent contre le corps du baromètre au haut par le moyen d'une pointe qui entre dans un trou fait pour les recevoir; deux autres morceaux de bois sont également placés l'un

placés l'un contre le thermomètre pour le garantir, & l'autre à son côté opposé pour le recevoir; moyennant ces précautions, le baromètre est en parfaite sûreté; on ôte alors le quarré avec les quatre vis qu'on peut mettre dans la poche. Ce baromètre ne pèse que 3 livres & demie, tandis que plusieurs autres baromètres portatifs en pèsent au moins huit.

Comme l'espace des variations du baromètre n'étoit que de deux à trois pouces, bientôt après l'invention du tube de Toricelli on désira qu'il fut beaucoup plus sensible pour s'appercevoir, & plutôt & plus sensiblement, des changemens qui survenoient dans les hauteurs successives de la colonne de mercure du baromètre. Pour cet effet on varia donc de différentes manières la construction de cet instrument; d'où résultèrent les *baromètres composés*.

Baromètre de Descartes. Descartes imagina le baromètre qui porte son nom, & fut le premier qui pensa qu'on pouvoit augmenter l'étendue des variations de cet instrument. Il consistoit en un tube d'environ quatre pieds & demi de hauteur portant à peu près au milieu de sa hauteur un renflement cylindrique dont le diamètre peut être à celui du tube, par exemple, comme 1 est à 8. Le tube ayant 2 lignes de diamètre, ce tube en aura 16. On verse assez d'eau pour remplir la moitié du tube d'en haut, & de la phiole cylindrique ou renflement; alors les degrés qui sont en haut sont presque aussi grands que ceux du baromètre d'eau de 32 pieds de hauteur. (*Voyez la figure* 296.) *a b* est un tube d'environ 28 pouces de hauteur, élévation moyenne du mercure; *b* est une phiole cylindrique ou renflement; une partie de ce cylindre *b* est remplie de mercure, & l'autre d'eau, ainsi qu'une portion du tube supérieur *b a*. La cuvette *d d*, A A est en partie pleine de mercure, & formeroit un baromètre ordinaire avec le tube *b a*. Par cette construction on peut rendre la variation du baromètre quatorze fois plus grand, qu'il n'étoit naturellement; il suffit pour cela d'augmenter assez le diamètre du cylindre.

En général, les différentes étendues de variations dans les baromètres composés de cette manière, sont entre elles, en raison inverse de la pesanteur spécifique moyenne des fluides qu'un même changement dans le poids de l'air y déplace, en ne considérant que l'accroissement ou diminution de hauteur de ces fluides.

M. Chanut, ambassadeur de France en Suède, dans le temps que Descartes étoit à Stockholm, marquoit à M. Perrier, le 24 septembre 1650, « que au milieu de ce tuyau de verre étoit une » retraite ou gros ventre, environ à la hauteur » où monte à peu près le vif-argent, mettant de » l'eau jusqu'au milieu environ de la hauteur qui » reste au-dessus du vif-argent, &c.

Dans cette sorte de baromètre la colonne suspendue étant plus grande, rend nécessairement la variation plus sensible; mais l'air renfermé dans l'eau, s'évaporant par degrés, remplit enfin l'espace vuide du haut du tube *c*, & rend par-là défectueux cet ingénieux instrument.

On conçoit que tous les changemens correspondans à la pesanteur de l'atmosphère dans le baromètre de Descartes, doivent paroître dans le tuyau supérieur par des espaces qui seront en raison inverse des quarrés de son diamètre, pour celui de la phiole cylindrique. Ainsi l'on divisera, selon cette proportion, une échelle dans la longueur de A C, où les variations du baromètre seront montrées par des espaces forts grands.

En 1755, M. Passement, célèbre artiste de Paris, présenta au roi le premier baromètre de 12 pieds de hauteur, qui eût encore été exécuté; tandis que le baromètre simple parcouroit deux pouces de beau temps au mauvais, celui-ci faisoit plus de 10 pieds de chemin. Le premier jour qu'il fut placé à Choisi, Louis XV le vit varier du soir au matin de cinq pieds de hauteur. Sa sensibilité étoit telle que lors des grandes pluies ou des grands vents, il montoit & descendoit de plusieurs pouces en quelques minutes. A chaque coup de vent il s'arrêtoit, & on le voyoit descendre en un instant de plusieurs lignes.

Baromètre d'Huyghens. L'idée du baromètre de Descartes donna à Huygens celle du baromètre double qui est connu sous le nom de ce célèbre hollandois. Cet instrument est composé d'un tube *a b*, recourbé par en bas, & terminé à chacune de ses extrémités *a* & *b*, *figure* 297, par un renflement *a c*, & un autre *b d*. Ces deux renflemens ou cylindres sont égaux & distans d'environ 29 pouces l'un de l'autre. Le diamètre du tuyau est d'une ligne, celui des cylindres de 15, & leur profondeur de 10. Au-dessus de celui qui est en bas on a soudé un tube qui s'élève parallèlement au premier, & dont l'ouverture est en haut, en *e*. Ce tube étant mis dans une situation convenable, on le remplit de mercure, de sorte que tout le renflement supérieur *c a*, & tout le tube recourbé en contienne. On le redresse, & alors la moitié de chacun des deux renflemens est plein de mercure, & on a un baromètre presque ordinaire.

On verse ensuite de l'huile de tartre ou toute autre liqueur qui ne se gèle pas en hiver, & qui ne dissolve pas le mercure, pour remplir la moitié vuide du renflement inférieur, & une partie du tube. Comme les renflemens sont égaux, & que leurs diamètres sont à celui du tube dans un rapport qu'on peut augmenter à volonté, il s'en-

ſuit qu'on peut rendre très-ſenſibles les plus petites variations du baromètre. En effet, lorſque le mercure baiſſe d'une ligne dans le renflement ſupérieur, il s'élève de cette quantité dans l'inférieur qui lui eſt égale; mais l'huile de tartre qui y étoit contenue, eſt alors obligée de monter dans le tube, dont le diamètre eſt plus petit; & comme les volumes ſont égaux, & que les capacités diffèrent beaucoup, la marche de l'huile de tartre dans le tube a une étendue d'autant plus grande, qu'il y a plus de différence entre le diamètre du tube & celui du renflement ou phiole cylindrique. En un mot, dans les variations de hauteur du mercure de cet inſtrument, la liqueur ſuit ſes mouvemens, elle monte & deſcend dans le ſecond tube; & ſes variations de hauteur dans le tube & dans le cylindre ſont en raiſon inverſe des carrés de leur diamètre.

Le *maximum* de variation de ce baromètre eſt le même que celui de Deſcartes. Dans cette conſtruction le poids de la liqueur ſur le mercure doit être toujours conſidérée comme joint au poids de l'air; en ſorte que le mercure pourroit être ſenſiblement immobile, ſi le diamètre des cylindres pouvoit être aſſez grand relativement à celui du tube qui contient la liqueur, pour qu'une variation inſenſible de la hauteur du mercure dans le cylindre, produisît dans la hauteur de la liqueur une étendue de variation, qui fût à celle de deux pouces, comme la peſanteur ſpécifique du mercure ſeroit à celle de la liqueur. M. Huyghens a démontré géométriquement que les variations de ſon baromètre ſont à celles du baromètre ſimple, comme quatorze fois le carré du diamètre du cylindre ou renflement eſt à une fois ce même carré, plus vingt huit fois le diamètre du tuyau qui contient la liqueur (*Ancien Mémoire de l'Académie des Sciences, tome X, page* 542.)

Ce baromètre indique donc beaucoup mieux les plus petites variations de la peſanteur de l'air que le baromètre commun, puiſqu'au lieu de deux pouces le fluide pourra varier beaucoup davantage, tant à cauſe de la groſſeur des renflemens cylindriques par rapport aux tubes, qu'à cauſe de la peſanteur de l'eau qui eſt moindre que celle du mercure; car 14 pouces d'eau équivalent à un poids de mercure. En augmentant le diamètre des cylindres, la variation deviendra encore plus ſenſible.

D'après la conſtruction du baromètre d'Huygens qui n'eſt qu'une eſpece de variété de celui de Deſcartes, on conçoit que cet inſtrument marque les variations qui arrivent à la preſſion de l'air dans un ordre inverſe du baromètre ſimple, & que pour empêcher l'évaporation de l'huile de tartre, on doit y mettre une légère couche d'huile.

Ce baromètre a pluſieurs défauts. La colonne de mercure eſt ſoutenue au-deſſus du niveau, non ſeulement par la preſſion de l'air, mais encore par celle de la liqueur ajoutée (par exemple, de la diſſolution de tartre ou de l'eau colorée contenant un peu d'eſprit de nitre, pour empêcher la congelation pendant l'hiver); preſſion de la liqueur ajoutée qui eſt d'autant plus grande qu'elle eſt plus haute: d'où il réſulte que le mercure eſt ſoutenu dans ce baromètre à une plus grande élévation que dans le tube de Toricelli. Quand la preſſion de l'air diminue, celle de l'huile de tartre augmente, & réciproquement, parce qu'alors la marche du mercure fait paſſer l'huile de tartre d'une grande capacité dans une petite, ou d'une petite dans une grande, ce qui évidemment diminue ou augmente l'effet naturel de la preſſion de l'air, parce que les fluides pèſent en raiſon des hauteurs & des baſes.

Le frottement de la liqueur dans un tube étroit, lequel augmente avec l'élévation de cette liqueur, élévation qui eſt plus ou moins grande dans un temps que dans un autre; ce frottement étant variable, doit nuire plus ou moins à la liberté du mouvement que produit la preſſion de l'air.

Lorſque la liqueur deſcend beaucoup par une grande augmentation de la peſanteur de l'air, le tube reſte mouillé dans toute l'étendue que la liqueur abandonne, ce qui diminue ſon volume, & la fait baiſſer plus qu'elle ne baiſſeroit ſans cela. Le tube ſe sèche enſuite, ſoit par l'écoulement, ſoit par l'évaporation, ce qui augmente la réſiſtance que la liqueur trouve à monter quand le poids de l'air diminue. L'évaporation de la liqueur eſt favoriſée par ſes balancemens dans le tube, de ſorte qu'au bout de quelque temps elle n'indique plus ſur les même parties de l'échelle les mêmes poids de l'air qu'elle indiquoit au commencement. Enfin la chaleur agit ſur la colonne de liqueur, & la rend ſpécifiquement plus ou moins peſante, & ces changemens influent plus ou moins ſur la hauteur du baromètre, ſuivant la longueur de la colonne qui varie par les changemens de poids de l'air, de ſorte que les variations de cette eſpèce de baromètre ſont preſqu'autant l'effet de la chaleur que de la preſſion de l'air. (*Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère, par M. Deluc, tome Ier.*)

Baromètre du docteur Hook. Le docteur Hook corrigea le baromètre double d'Huyghens. Ce baromètre, repréſenté *figure* 298, eſt compoſé de deux tubes & de trois renflemens ou phioles cylindriques. La moitié du cylindre ſupérieur H, le tube recourbé H, *e*, & la moitié du cylindre inférieur & intermédiaire *e b g* ſont remplis de

mercure. De *b* en *c* est de l'huile de tartre par défaillance, comme dans le baromètre d'Huyghens, & elle remplit conséquemment la moitié du renflement du milieu, savoir de *b* en *g*, & la moitié du tube de *g* en *c*. La portion *c d* du baromètre fut remplie d'huile de pétrole colorée. Le tube est ouvert au-dessus du cylindre ou renflement *d*, qu'on peut aussi appeler le réservoir.

Il est facile de remarquer dans cette construction des avantages. 1°. La hauteur des deux liqueurs sur le mercure est toujours la même, quelque soit le poids de l'air; car le cylindre & le réservoir étant de même diamètre, toutes les variations de hauteur qui arrivent dans l'un, se font dans l'autre d'une manière contraire; c'est-à-dire, que s'il sort une ligne de liqueur du cylindre, il en entre une dans le résevoir, & réciproquement; d'où il résulte que les variations de hauteur du mercure seul sont à peu près les mêmes dans cette construction que dans le baromètre simple. 2°. Le tube étroit, qui communique par le haut au réservoir & par le bas au cylindre, étant toujours rempli par les liqueurs, leur frottement dans ce tube est toujours sensiblement le même. 3°. L'étendue de variation de baromètre n'a point de borne déterminée. On vient de dire que les variations de hauteur du mercure dans ce baromètre sont à peu près égales à celles qui ont lieu dans le baromètre simple. L'effet de ces variations est donc de faire passer du cylindre au réservoir, ou du réservoir au cylindre, des volumes de liqueurs égaux aux volumes de mercure qui entrent dans le cylindre, ou qui en sortent dans les variations du baromètre. On sait que dans ce baromètre la variation de chaque extrémité de la colonne de mercure n'est que la moitié du changement total de hauteur au-dessus du niveau. Supposons maintenant que la variation total soit d'un pouce, on peut choisir un tube tel par sa longueur & son diamètre qu'il puisse contenir la quantité de liqueur qui occupe un pouce de hauteur dans le cylindre, & proportionner la quantité respective des liqueurs, de maniere que leur point de jonction, marqué en *c* dans la figure, soit au bas du tube quand le poids de l'air est le plus grand. Alors, dans la plus grande diminution du poids de l'atmosphère, ce point de jonction des liqueurs passera du bas au haut du tube sans en sortir, & le cylindre, de même que le réservoir, ne contiendront jamais que leur liqueur propre, mais en différente quantité suivant la position du point de jonction des liqueurs dans le tube.

M. de la Hire, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences, 1708, parle de ce moyen de corriger le baromètre double; il dit qu'en 1690 il le communiqua à M. Huyghens. M. Amontons a aussi revendiqué cette idée dans un ouvrage qu'il fit imprimer en 1695, & assure l'avoir communiquée huit ou dix ans auparavant à M. Hubin, émailleur habile, qui lui-même de son côté avoit exécuté une idée assez semblable. M. Hubin alla ensuite en Angleterre où le docteur Hook lui proposa la même chose; de sorte que voilà quatre personnes qui prétendent à la même invention. Le docteur Hook paroît cependant avoir la priorité de date. Voyez l'ouvrage de M. de Luc sur les modifications de l'atmosphère, dont on a tiré ce qui regarde ce baromètre de Hook.

Quoique ce baromètre ne soit pas sujet aux principaux inconvéniens du baromètre d'Huyghens; 1°. quoique la hauteur des liqueurs soit toujours la même dans une température constante, cependant leur poids sur la base n'est pas toujours le même, à cause de leur pesanteur spécifique. M. de la Hire a proposé l'huile de tartre & l'esprit-de-vin, dont les pesanteurs spécifiques sont comme 1073 à 866. Or, quand le mercure est dans son plus grand abaissement, le tube *f g* étant presque tout rempli d'huile de tartre qui est montée du cylindre *e*, la colonne totale des deux liqueurs *b d* pèse près d'un quart de plus sur sa base, que quand elle est presque toute composée de l'esprit-de-vin qui est descendu du réservoir *a* par la plus grande élévation du mercure dans son tube. Cette différence de pression des liqueurs en divers temps, empêche qu'on ne puisse regarder des variations égales dans ce baromètre, comme correspondantes à des changemens égaux dans le poids de l'air; il faut nécessairement avoir égard à la différence de pesanteur spécifique des liqueurs, & à la hauteur variable de leurs colonnes. Or, moins les rapports sont simples, plus il est facile de tomber dans l'erreur; 2°. le frottement continuel des deux liqueurs empêche que les mouvemens de ce baromètre ne soient aussi libres que ceux du baromètre simple; 3°. le passage des parties colorantes d'une liqueur dans l'autre, & leur dépôt contre les parois du tube, rend insensible avec le temps le point de jonction des liqueurs; 4°. la chaleur agit sur les liqueurs de ce baromètre; il est vrai qu'elle ne fait pas aussi inégalement varier leur hauteur que dans le baromètre de M. Huyghens, à cause du réservoir supérieur; mais il est bien plus difficile de déterminer son effet sur le mouvement du point de jonction de ces liqueurs, parce que leur dilatabilité est différente. *Du Luc.*

Baromètre incliné; Baromètre diagonal. Le chevalier Morland passe pour être l'inventeur du baromètre incliné, *figure* 299. Mais on n'en a point de certitude. M. Derrham qui en a donné la description dans les transactions philosophiques, année 1698, N°. 236, dit seulement qu'il l'a

tient d'un ami. Ce baromètre consiste à incliner la partie supérieure du tube, & à lui donner conséquemment plus d'étendue. Dans ce cas les variations du mercure seront beaucoup plus sensible que dans le baromètre vertical ordinaire, & elles le seront d'autant plus que le tube aura plus d'inclinaison. En prolongeant par la pensée la partie droite du baromètre incliné, on verra que l'espace de la partie inclinée correspondante à la partie verticale est très-grande en comparaison de celle-ci; que celle-là contient beaucoup plus de mercure, & conséquemment que les divisions qui se correspondent doivent être très-inégales, & beaucoup plus grandes dans l'une que dans l'autre; d'où il résulte que des variations d'un quart de ligne, par exemple, dans le tube vertical, peuvent avoir plusieurs pouces d'étendue dans le tube incliné.

Pour bien entendre ce qui regarde cet objet, supposons deux tubes de Toricelli, l'un de trente pouces de hauteur, & l'autre de cinq pieds, par exemple, tous les deux remplis de mercure, & retournés ensuite, suivant la méthode ordinaire, dans une cuvette où il y ait du mercure stagnant. Il est évident que si le tube verticale *b g a* contient une colonne de mercure de *b* en *g*, le tube incliné en aura une qui s'élevera jusqu'en *i*, *figure* 300. Si le mercure s'élève jusqu'à *a* d'un côté, il montera en *d* de l'autre côté dans le tube *c i d*. Les hauteurs correspondantes dans le tube *c k e* seront *k* & *e*. Mais ces hauteurs sont égales à celles de *b g*, & de *b a*, quoique les longueurs renfermées entre les parallèles à la ligne de niveau *b f* ne le soient pas.

La quantité excédente de mercure, contenu dans les tubes inclinés, est supportée par le plan incliné, sur lequel repose le mercure. (*Voyez* PLAN INCLINÉ, MÉCANIQUE); & le poids de l'air atmosphérique ne supporte réellement qu'une colonne de mercure égale à celle qui est dans le barométre vertical.

L'avantage que le baromètre incliné a de marquer d'une manière très-sensible les plus petites variations de la pression de l'air, est bien compensé par l'augmentation de frottement qu'éprouve une plus longue colonne de mercure dans l'étendue correspondante du tube incliné, & sur-tout par l'obstacle qu'oppose le coude du baromètre dans la première des deux figures, où la partie supérieure seule est inclinée, moyen qu'on a imaginé pour donner moins d'étendue à ce baromètre qu'il n'en auroit, si on se contentoit d'un tube droit mais incliné, comme *c i d* & *c k e*. Ajoutons que les variations du mercure sont très-lentes dans le tube incliné, & qu'on ne peut déterminer exactement la hauteur de la colonne de mercure, à cause de la convexité & de l'inclinaison de la partie supérieure.

Baromètre incliné de M. Horme. M. Horme, gentilhomme anglois, de Ashby en Lancastre, a rendu bien plus commode le baromètre incliné ou diagonal, en raccourcissant le tuyau N D jusqu'en B, & ajoutant à côté du premier deux autres tubes F G H & X K L qui sont plongés dans le même réservoir X A, & dont les coudes correspondent aux espaces B C & C D, comme on le voit dans la *figure* 301.

On sait que dans le baromètre incliné la perpendiculaire D E est égale à la différence entre la moindre & la plus grande hauteur du baromètre simple; c'est-à-dire, depuis 28 jusqu'à 31 pouces au-dessus du réservoir X A. (*Observations sur la Physique, &c.*)

Baromètre à poulie. Le baromètre à poulie ou à cadran a été inventé en 1668 par le docteur Hook; il est représenté dans la *figure* 302. Il est composé d'un tube A D F, recourbé en D, & terminé en haut par le cylindre ou renflement B, fermé hermétiquement en A, & en bas par le renflement E, & d'une poulie P, mobile sur son axe, à l'extrémité duquel est fixée une aiguille O F, dont la pointe peut parcourir librement la circonférence du cadran I K. Cette poulie a une double gorge, l'une est enveloppée par une soie P F, à l'extrémité de laquelle est suspendu le *flotteur* G. Ce flotteur est une petite boule ou un petit cylindre de mercure, soufflé à la lampe de l'émailleur, dans lequel on a mis un peu de mercure; & il est en équilibre avec un petit contrepoids H qu'on n'a pas gravé, afin qu'il n'y eût pas confusion dans la figure; il est également suspendu en l'air par une soie, dont l'autre extrémité est fixée à la seconde gorge de la poulie.

Cette construction supposée, il est évident que le flotteur G, qui repose sur la surface du mercure, doit s'élever & s'abaisser avec lui. Lorsque le poids de l'air comprimant plus ou moins le mercure en E, le force à monter de B en A, ou à descendre au-dessous de B, le flotteur G qui est sur le mercure, doit donc, en descendant au-dessous de E, faire tourner la poulie & l'aiguille dans un sens; si le mercure au contraire s'élève vers F, le flotteur étant soutenu, le contrepoids H l'emportera, & la poulie & l'aiguille tourneront dans le sens opposé. On doit observer que le flotteur est moins pesant qu'un égal volume de mercure, & que le contrepoids H pèse moins que le flotteur. La poulie, le flotteur, les fils, & le contrepoids sont supposés derrière le cadran, mais on suppose celui-ci transparent, & les lignes ponctués indiquent ce qui est caché. Il y en a qui au lieu des deux fils n'en mettent qu'un, le flotteur étant attaché à un de ses bouts, & le contrepoids à l'autre, mais cette méthode,

quoique plus simple, rend l'instrument plus sujet à se déranger dans le transport.

On peut donner au cadran un diamètre à volonté, afin de rendre très-sensibles les plus petits mouvemens du mercure. Car on sent bien que tandis que dans les baromètres ordinaires le mercure parcourra une petite étendue, l'aiguille dans celui-ci parcourra un espace beaucoup plus grand.

Supposons que le tube, au lieu d'être tel qu'il est dans les baromètres ordinaires, fût terminé supérieurement par une boule A B, *figure* 161, que le cercle gradué M N O P ait une circonférence de trois pieds; que la poulie ait une circonférence de trois pouces, & soit sollicitée à se mouvoir par les poids A & B qui sont suspendus à un fil qui embrasse son contour, il est évident que comme le globe A B qui est au haut du tube du baromètre a beaucoup de diamètre par rapport à celui du tuyau, un abaissement peu considérable du mercure dans ce globe peut faire monter le mercure dans le tuyau F A jusqu'à la hauteur de trois pouces; si la circonférence de la poulie F D est de trois pouces, elle fera donc un tour, lorsque le mercure montera ou s'abaissera de trois pouces, de sorte que l'aiguille L K fera alors un tour aussi; & le diamètre du cercle M N O P étant d'un pied, le mercure ne pourra s'abaisser ou s'élever de trois pouces que l'aiguille ne parcourre environ trois pieds.

Si ce baromètre a l'avantage de rendre plus sensibles les variations de la pesanteur de l'air, il n'est pas exempt d'inconvéniens; il se dérange facilement dans le transport, & conséquemment on est obligé de le laisser fixe dans un lieu. La surface du mercure qui est exposée à l'air libre se salit facilement, à cause de la grande ouverture qu'on est contraint de laisser. Un autre inconvénient plus considérable est qu'aussi-tôt que le mercure vient à baisser ou à monter dans le tuyau A F, & qu'il ne fait par conséquent que commencer à devenir un peu convexe ou un peu concave, le petit curseur A n'a pas assez de mouvement pour faire tourner un peu la poulie S D, à cause du frottement de la poulie sur son axe, ce qui empêche d'appercevoir les variations peu considérables de la hauteur du mercure; mais lorsque la poulie commence à se mouvoir, son mouvement est plus grand qu'il ne devoit être alors.

Quoique l'espace parcouru par le mercure dans la petite branche du syphon du baromètre à cadran, ne soit que la moitié de celui indiqué par le baromètre simple, l'aiguille montre en effet les variations du poids de l'atmosphère sur le cadran, par des espaces cinq à six fois plus grands, parce qu'ils sont proportionnés à la longueur du diamètre qui est tout à fait arbitraire.

Baromètre à roue & à crémaillère. Cet instrument, représenté dans la *figure* 303, a été présenté en 1744 par le P. Leclerc, de l'Oratoire, ainsi qu'on le voit dans l'extrait des registres de l'Académie royale des Sciences du 8 février de cette année. L'auteur de cette invention prend un tube ordinaire, dont la partie supérieure est terminée par un anneau ou crochet. Il le plonge, comme le tube de Toricelli, dans un réservoir plein de mercure à la hauteur de trois pouces. Ce tube, au lieu d'être fixé sur une planche, est suspendu par une petite chaîne qui passe dans le crochet. L'autre bout de la chaîne est attaché à une petite poulie de cuivre de huit lignes de diamètre, afin que la révolution qu'on lui fait faire sur elle-même, soit égale aux deux pouces de jeu que le mercure a communément à Paris. Au centre de la poulie est fixée une aiguille de 8 pouces de longueur, elle est le diamètre d'un cadran qui indique les variations du mercure de manière que quand le mercure monte ou descend d'une ligne dans le tube, l'aiguille parcourt l'espace d'un pouce sur le cadran, parce que les 24 pouces de circonférence qu'il a répondent aux 24 lignes de circonférence qu'a la poulie, & aux 24 lignes que le mercure parcourt ordinairement dans ses plus grandes & dans ses moindres élévations.

Cette construction diffère de celle du baromètre à roue ordinaire, en ce que l'aiguille de ce dernier reçoit son mouvement de celui même que le mercure éprouve dans ses variations : au lieu que pour tirer du baromètre du P. Leclerc le service auquel il le destine, il faut que l'observateur tourne lui-même l'aiguille de la manière suivante.

On mesure le long du tube un espace de 28 pouces, à compter du niveau du mercure qui est dans le réservoir; pour Paris c'est le point du variable. A ce point on place un fil de pitte qui entoure le tube, & qui doit y être bien fixé avec de la colle de poisson, car c'est-là le point où on doit toujours ramener la surface du mercure qui s'élève ou qui s'abaisse au-dessus ou au-dessous de ce point. Si donc le mercure monte à 28 pouces 3 lignes, on tourne la petite poulie de gauche à droite, le tube qui y est suspendu monte, & le mercure descend à proportion. On continue de tourner jusqu'à ce que la surface de la colonne de mercure réponde parfaitement au fil de pitte, & on voit alors que l'aiguille a parcouru 3 pouces sur le cadran. Si au contraire le mercure est descendu au-dessous de 28 pouces, par exemple, à 27 pouces 9 lignes, on tourne la poulie de droite à gauche, jusqu'à ce que la surface de la colonne de mercure réponde au fil de pitte, & la variation sera encore de trois pouces en sens contraire. Rien n'empêche de

coller près du tube un papier qui contienne les divisions ordinaires; on en sentira mieux l'avantage de celles qui sont exprimées par l'aiguille sur le cadran.

L'inventeur de cette machine s'apperçut bientôt que le mouvement qu'il donnoit au tube, en le faisant monter ou descendre, devoit changer le niveau du mercure dans le réservoir, & causer par conséquent une erreur dans l'observation. En effet, si on éleve le tube de 4 lignes, par exemple, la surface du mercure que contient le réservoir doit baisser à proportion de cette quantité dont on en a fait sortir la portion du tube qui y étoit plongée, & du rapport de son diamètre avec celui du tube. Pour remédier à cet inconvénient; c'est-à-dire, pour faire en sorte que le niveau du mercure dans le réservoir fût toujours le même, soit qu'on abaissât ou qu'on élevât le tube, le P. Leclerc imagina de placer à côté du bout inférieur du tube un autre petit tube du même diamètre & de même grosseur que le grand, & ouvert comme lui par l'extrémité inférieure. Au moyen de deux crémaillères, dont l'une étoit assujetie sur le grand tube & l'autre sur le petit, avec un pignon entre deux pour servir à l'engrenage, lorsqu'on éleve le grand tube de deux lignes, par exemple, on fait descendre d'autant le petit tube dans le mercure du réservoir, où il occupe précisément la même place que l'autre vient d'abandonner. Si au contraire l'on fait descendre de deux lignes le grand tube dans le réservoir, le petit en sort de la même quantité, & les choses sont toujours égales. Ce procédé engagea l'auteur à donner à son baromètre le nom de *baromètre d'équation*. Afin d'éviter l'influence que le froid & le chaud pourroient avoir sur la petite chaîne, on proposa de la composer selon les principes suivis dans la construction du pendule, c'est-à-dire, d'y employer deux métaux différens, afin que leur dilatation & leur condensation réciproques se combinassent & se détruisissent.

MM. de Réaumur & de Buffon, qui avoient été nommés par l'Académie pour examiner cette machine adaptée au baromètre, la trouvèrent ingénieuse, mais ils ajoutèrent en même temps qu'elle ne paroissoit pas devoir être d'une grande utilité, parce que les frottemens & l'inégalité du mouvement dans cette machine pouvoient plus altérer la précision qu'elle ne l'est dans les baromètres ordinaires, lorsque la bouteille ou le réservoir est d'un diamètre fort considérable en comparaison du tuyau. Voyez les mémoires de météorologie du P. Cotte en deux volumes in-4°., d'où nous avons extrait la description de cet instrument, & de quelques autres qui sont dans cet article.

Baromètre sensible ; Baromètre à rouage. On a donné assez récemment le nom de baromètre sensible ou de baromètre à rouage au baromètre à poulie dont on vient de parler, auquel on a ajouté un systême de pignons & de roues dentées qui s'engrainent les unes les autres, en observant les proportions prescrites par les roues dentées. (*Voyez* ROUES DENTÉES.) L'aiguille du cadran est portée par l'axe de la dernière roue, & la poulie sur laquelle sont enroulés les fils qui soutiennent le flotteur & le contrepoids, est enarbré sur l'axe de la première roue. On conçoit facilement, d'après cette disposition, que le mouvement de l'aiguille est bien plus rapide, celle-ci étant menée par l'axe de la dernière roue, que si cette aiguille ne recevoit de mouvement que de l'axe de la poulie, & conséquemment que les variations presque insensibles du temps peuvent devenir très-marquées dans ce baromètre.

Il n'est pas douteux qu'il n'y ait beancoup de frottemens dans cette construction de baromètre, à cause des divers engrenages; mais il faut convenir que l'habile horloger de Paris, M. Lacan, qui en a fait quelques-uns, est venu à bout d'adoucir ces frottemens autant qu'il étoit possible. J'en ai vu chez lui plusieurs qui étoient très-finis, & dont la résistance qui vient des frottemens étoient considérablement moindre que celle qui existe dans un baromètre ordinaire à poulie, & néanmoins ce mouvement d'horlogerie n'étoit pas cher, quelques-uns ne coutoient que deux cents francs, le baromètre avec sa monture étoit du prix de quatre louis. J'en ai vu qui étoient si sensibles, que l'agitation de l'air, communiquée par le simple mouvement d'une porte, produisoit un effet sensible sur ce baromètre. Celui qu'on a fait pour Louis XVI étoit d'une sensibilité si grande, qu'on distinguoit la 224e. partie d'une ligne d'ascension ou de descension du mercure dans le tube; il faisoit six tours pour un pouce; la circonférence du cadran est divisée en 288 parties; & on auroit pu, si on l'avoit voulu, augmenter encore cette sensibilité, en ajoutant une roue dentée de plus. Depuis la mort du sieur Torré, personne n'étoit encore venu à bout d'imiter son baromètre sensible, placé dans le cabinet du roi à Versailles.

On a imaginé de diminuer les dimensions du *baromètre à cadran*, en lui appliquant le *baromètre réduit*; alors le cartel dans lequel on le renferme, au lieu d'avoir environ 30 pouces de hauteur, peut n'en avoir que la moitié, & être rond. Voyez la figure du baromètre réduit dans cet article baromètre. Dans ce cas on opposera à la pression de l'atmosphère deux colonnes parallèles de mercure, entre lesquelles sera une colonne d'esprit-de-vin & d'eau qui remplira l'espace intermédiaire. Afin de rendre la variation du mercure plus sensible, on donne un pouce de

diamètre aux trois réservoirs cylindrique du baromètre réduit, & la moitié seulement aux tubes cylindriques auxquels ils sont soudés. Ce baromètre a les défauts réunis du baromètre réduit & du baromètre à cadran dont il est composé.

Baromètre à micromètre de Derrham. On a donné ce nom à un baromètre auquel Derrham appliqua en 1668 une espèce de micromètre (*Transact. philosp.* N°. 237). C'est un index qu'on conduit avec la main jusqu'à ce qu'il aboutisse à la surface du mercure; cet index est porté par une règle dentée, qui, faisant mouvoir un pignon, peut indiquer par une aiguille sur un cadran & en très-petites parties d'une ligue, la hauteur du mercure qui doit correspondre à l'index. Mais cette invention & d'autres de ce genre doivent être comparées, indépendamment des défauts réels qu'elles occasionnent, au micromètre d'un serteur qui indiqueroit les tierces de degré, tandis qu'on ne peut s'assurer, à une seconde près, ni de l'exactitude de l'instrument lui-même, ni de celle de l'observation, c'est-à-dire, que le fil à plomb & celui de la lunette partagent en deux parties parfaitement égales, l'un le point de la division, l'autre celui auquel on vise. (*Recherc. sur les modificat. de l'Athm.*)

Baromètre conique. Ce baromètre, inventé en 1695, par M. Amontons, consiste en un tube conique B, C, D, A, fermé hermétiquement dans sa partie supérieure A, comme on le voit dans la *figure* 304. Il n'y a dans cet instrument aucune cuvette ou réservoir, sa figure conique en fait équivalemment la fonction; mais pour cet effet, il est nécessaire que l'extrémité inférieure B du tuyau ait un très-petit diamètre; car alors le mercure se soutient de lui-même, dans ce tuyau, étant soutenu par les particules de l'air, comme par un piston solide. Ce tube A B peut avoir plus de trois à quatre pieds de longueur; son diamètre peut être d'une ligne à l'extrémité supérieure A; il doit augmenter insensiblement jusqu'à l'autre extrémité.

[Quand ce tuyau est chargé, si le mercure s'y soutient, son poids est équivalent au poids de l'atmosphère; & si l'atmosphère varie, le mercure montera ou descendra. Ainsi, quand le poids de l'atmosphère s'augmente, le mercure est chassé dans la partie du tuyau la plus étroite; par ce moyen la colonne est étendue, & son poids est augmenté. Au contraire, quand l'atmosphère décroît, le mercure s'abaisse dans la partie la plus large du tuyau; & par ce moyen sa colonne est plus courte, & sa pression par conséquent est affoiblie.

Pour rendre ceci plus intelligible, supposons que ce baromètre soit représenté par le tuyau A B qui est conique, & que ce tuyau étant renversé, se trouve rempli de 30 pouces de mercure depuis A jusqu'à C; & comme la variation du mercure dans le baromètre est de 30 à 27 pouces, supposons que la même quantité de mercure A C dans la partie inférieure du tuyau D B, ait la hauteur D B de 27 pouces; alors il est certain que lorsque le mercure se trouvera dans le baromètre ordinaire à la hauteur de 30 pouces, le mercure dans le tuyau A B occupera l'espace A C; & quand le mercure sera dans le baromètre à 27 pouces, le mercure du tuyau occupera l'espace D B; ainsi la variation du mercure dans le baromètre sera depuis A jusqu'à D, qui est un espace de près de 30 pouces, pendant que cette variation ne sera que de 3 pouces dans le baromètre ordinaire.

L'inconvénient de ce baromètre est que pour empêcher le mercure & l'air de changer de place, & de se mêler ensemble, il faut que le diamètre intérieur du tuyau soit très-petit; & cette petitesse rend le frottement de la liqueur si sensible, qu'elle peut l'empêcher d'agir librement : ainsi cet instrument n'est guère bon que pour les marins, qui le trouvent fort commode. En effet, il suffit de le renverser lorsqu'on le veut garder; & quand on veut connoître le poids de l'air, il suffit de prendre le tuyau à la main, & de le tenir dans une situation verticale. Pour empêcher que le mercure n'en sorte par en bas, comme il pourroit arriver dans les mouvemens violens du vaisseau, on met au-dessous du tuyau, proche de B, un peu de coton à travers lequel l'air passe librement; & s'il arrive alors par quelque accident qu'il tombe un peu de mercure de la colonne A D, il suffit de retourner le tuyau, & ce qui est tombé se rejoint d'abord à la colonne]. Voyez l'ouvrage de M. Amontons, intitulé : *Remarques & expér. phys. sur les barom.*, &c. Paris, 1605.

On peut encore ajouter que l'étendue des variations de cet instrument est trompeuse, si on s'en sert comme baromètre; car, ainsi que l'observe très-bien M. de Luc, pour que les changemens de position de sa colonne fussent proportionnels en étendue à ceux qui arrivent à sa longueur, il faudroit une régularité dans la diminution du diamètre du tube qu'il est presqu'impossible d'obtenir. On est donc réduit presque nécessairement à mesurer la longueur de la colonne, & alors ce n'est plus qu'un baromètre ordinaire plus incommode même & plus sujet à erreur; car il est moins aisé de mesurer la longueur de cette colonne, que d'observer la hauteur du baromètre ordinaire. De plus, les changemens de position de la colonne de mercure dans son tube, produisent le même effet que si elle passoit dans des tubes de différens diamètres. Or, l'observation prouve que la pression de cette colonne sur l'air qui la soutient ne peut être proportionnelle à sa hauteur.

Baromètre en équerre. Le baromètre en équerre,

nommé aussi horisontal ou rectangle, est représenté dans la *figure* 305. M. Jean-Dominique Cassini est le premier qui ait eu l'idée de cette construction de baromètre; mais M. Jean Bernoulli lui a donné son nom, parce qu'il l'a fait exécuter le premier avec succès. Cet instrument est composé de deux tubes, soudés ensemble à équerre, c'est-à-dire à angle droit; leur diamètre est fort inégal, car le diamètre du tube B, C, vertical, est beaucoup plus grand que celui du tube C, D, horisontal. L'extrémité supérieure du premier tube est terminée par un renflement cylindrique A B. C'est dans le tube vertical qu'est contenue la colonne de mercure, dont la hauteur marque le poids de l'air. Le tube horisontal, d'un diamètre très-étroit, reçoit l'excédent du mercure qui conséquemment a un mouvement horisontal, lorsque la colonne varie en hauteur dans le tube A, C. C'est sur le côté du tube horisontal qu'on place l'échelle de graduation.

[L'intervalle ou l'espace de variation peut être aussi étendu que l'on veut; car plus le tuyau B, C, D sera petit par rapport au vase A B, plus les variations du mercure dans le tuyau A B, feront varier le mercure qui est dans la partie C D; & par conséquent les plus petites variations seront très-sensibles. Le diamètre du tuyau C D étant donné, il sera aisé de trouver le diamètre du vaisseau A B, tel que les parties de l'échelle horisontale dans le tuyau D C, correspondantes aux parties de l'échelle du vaisseau A B, soient aussi grandes qu'on voudra, & aient entre elles la même proportion que les parties de l'échelle dans le vaisseau A B, puisque le diamètre du vaisseau est à celui du tuyau, en raison sous doublée réciproque des parties de leurs échelles : de même les diamètres de C D & A B étant donnés, aussi-bien que la hauteur du mercure dans le vaisseau, la hauteur du mercure dans le tuyau est trouvée par cette proportion; comme le quarré du diamètre du vaisseau est au quarré du diamètre du tuyau, ainsi les parties de l'échelle du mercure dans le tuyau, sont aux parties correspondantes à l'échelle du mercure dans le vaisseau. La construction de ce baromètre, de même que du baromètre d'Huyghens, est établie sur un théorème d'hydrostatique; savoir, que les fluides qui ont la même base, pèsent en raison de leur hauteur perpendiculaire, & non pas de la quantité de leur matière : ainsi la même pesanteur de l'atmosphère soutient le vif argent dont le tuyau ACD & le vase AB sont remplis, comme elle auroit soutenu le mercure dans le seul tuyau A B C (*V.* HYDROSTATIQUE].

Ce baromètre a plusieurs avantages; la variation du mercure n'y est point diminuée par le changement de hauteur de son niveau en bas, puisque ce niveau reste toujours le même, la branche qui le détermine étant horisontale, l'augmentation de sensibilité est presqu'illimitée, puisqu'elle dépend du rapport entre les diamètres du tube horisontal & celui du vaisseau A B; les espaces parcourus en même-temps dans l'un & dans l'autre, étant en raison inverse des quarrés de leurs diamètres, de sorte qu'en donnant, par exemple, $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre à la branche horisontale, & 5 lignes au cylindre A B, le mercure fera 100 fois plus de variation dans la première que dans celle-ci.

Ce baromètre a plusieurs défauts; le mercure éprouve un frottement considérable dans le tube horisontal C D. Pendant les grands abaissemens du mercure, il peut remonter de deux lignes dans les baromètres ordinaires, sans qu'il fasse aucun mouvement dans le baromètre à équerre; mais si la variation augmente dans le baromètre ordinaire, il se fait alors dans le tuyau C D un très-grand mouvement, en sorte que la marche de ce baromètre est beaucoup moins réglée que celle du baromètre ordinaire. De plus, l'air s'introduit quelquefois entre les particules du mercure dans le tuyau C D, & les écarte par conséquent les unes des autres, lorsque le tuyau est trop large. Il y a encore une très-grande difficulté d'évaluer les effets que la chaleur opère sur ce baromètre; car non-seulement elle n'agit point sur celui-ci comme sur les autres, mais encore ses effets varient dans le même baromètre en divers temps, & ne sont point les mêmes dans tous les baromètres de cette espèce.

Nouveau baromètre anglois à siphon. Ce baromètre a une figure qui a quelque rapport avec l'instrument de physique, nommé la *chambre de Pascal* (*Voyez* PESANTEUR *de l'air*). Cet instrument est composé de deux tubes de verre parallèles entre eux, mais placés à différentes hauteurs & réunis par une double courbure, comme on le voit dans la *figure* 195. A B est un tube d'environ 8 à 9 lignes de diamètre, & de 30 pouces de longueur, bien calibré, fermé par le bout A & recourbé en B, en col de cygne : ce col de cygne, après s'être élevé de B en C, d'environ 5 à 6 pouces, se recourbe de nouveau, & le tube se prolonge ensuite d'une manière indéfinie dans la verticale C D. Ce second tuyau C D peut être d'un diamètre moindre que celui du tube A B.

Cette construction qui est bien simple étant supposée, on verse du mercure dans le tube C D, de manière que ce fluide parvienne au col de cygne E F, où il restera en équilibre avec le poids de l'atmosphère, comme dans les baromètres ordinaires; conséquemment la partie supérieure du tube A B restera vide, ensuite on remplit le reste du tube C D avec de l'eau distillée & colorée. Ce tube étant supendu dans la verticale, on trace sur la planche qui le soutient une ligne horisontale E F G, qui passe par le point où l'eau & le mercure se réunissent dans le col de cygne. Alors ces

fluides sont en

fluides sont en équilibre, la pression de l'air étant égale dans les tubes vers la ligne horisontale E F G, un des deux fluides étant au-dessus & l'autre au-dessous. Alors la colonne de mercure qui est dans le tube A B, est en équilibre avec la colonne d'eau du tube inférieur, & une colonne d'air de même base; elle varie donc selon la somme des variations de ces deux colonnes. La principale propriété de ce baromètre, consiste dans la facilité que l'on a de pouvoir augmenter cette échelle de variation à l'infini. *Mém. de météorol.*, du P. Cotte.

Baromètre à base variante. Tous les baromètres dont les excursions ou variations se font principalement dans la partie inférieure du tuyau, portent cette dénomination : tels sont le baromètre conique, le baromètre en équerre de Bernoulli, où le baromètre rectangulaire de Cassini, le baromètre spiral, &c.; ces baromètres ont une petite base.

Le défaut de ces baromètres est d'être toujours plus élevés que les autres; lorsque leur base est très-capillaire, l'excès de leur hauteur sur celle des gros baromètres est de 15 à 18 lignes. En général, ils montent d'autant plus haut que leur base est resserrée dans un espace plus étroit.

Baromètre capillaire. C'est le nom que l'on donne aux baromètres dont le tube a un diamètre moindre qu'une ligne, intérieurement. Ceux dans lesquels on n'a pas fait bouillir le mercure, ne montent jamais à la hauteur des autres baromètres, & ils se tiennent d'autant plus bas, qu'ils sont plus capillaires. Cependant ceux qui ont été construits par la méthode exposée à l'article particulier des baromètres à surface plane, s'accordent selon D. Casbois, avec les plus gros baromètres; ainsi on peut facilement se procurer un baromètre bon & commode, & peu dispendieux. Cette précaution est encore plus nécessaire pour les baromètres capillaires, que pour les gros baromètres : car on s'est assuré par des expériences réiterées, que ces baromètres ne se tenoient au niveau des autres, qu'autant que le cylindre de mercure y étoit parfaitement purgé d'air & d'humidité.

Baromètre à balance. Cet instrument a été ainsi nommé parce qu'il fait fonction d'une balance romaine. Il est composé de deux tubes joints à angle droit; le tube vertical est terminé par un cylindre d'un plus grand diamètre, pour que les variations du mercure y soient peu sensibles; le tube horisontal est terminé par un réservoir de trois pouces de diamètre; tout ce baromètre à équerre est soutenu & mis en équilibre sur une lame ou pièce d'acier tranchante, comme le fléau d'une balance; le point de suspension est placé sur le tube horisontal, à un pouce de distance du tube vertical; le reste du tube horisontal a 30 pouces de long; en sorte qu'il est divisé en deux bras de levier, qui sont l'un à l'autre comme 30 à 1; en conséquence, si l'on suppose que l'air, devenant plus léger, fasse descendre le mercure d'une certaine quantité, si petite qu'elle soit, d'un grain, par exemple, cette quantité, passant dans le réservoir, y pesera 30 fois plus, c'est-à-dire, 30 grains; d'où résulte une très-grande sensibilité dans ce baromètre.

Baromètre à poids. Ce baromètre a quelque rapport avec celui de M. Deluc; il est fait de même de deux tubes d'inégale hauteur, qui sont réunis par un robinet d'acier, d'un travail particulier. Quand on veut mesurer le poids de l'air, on tourne la clef du robinet, pour couper en deux la colonne de mercure, qui communique dans les deux tubes; puis avec un petit mouvement de plus dans la clef, on fait sortir toute la colonne de mercure renfermée dans le tube le plus court; on la reçoit dans une petite ampoule de cristal, pour la peser ensuite dans une balance très-délicate.

Baromètre statique. Le plus ancien baromètre statique est celui dont s'est servi *Otto de Guerike.*

Il consiste en une assez grande bouteille de verre, tenue en équilibre par un poids de cuivre, dans des bassins de balance fort légers. Ces deux corps étant d'égale pesanteur, mais d'inégal volume, si le milieu ou le fluide dans lequel ils pèsent également, est changé, le changement de leur poids s'ensuivra; de sorte que si l'air devient plus pesant, le corps le plus grand deviendra plus léger en apparence, parce qu'il perdra plus de son poids que le plus petit, qui est le plus dense; mais si le milieu est plus léger, alors le corps le plus grand l'emportera sur le plus petit].

Baromètre statique de Boyle. Cet illustre physicien ayant fait soufler à la lampe d'émailleur plusieurs bouteilles de verre, les plus grandes, les plus minces, & les plus légères qu'il lui fut possible, choisit celle qui lui parut le mieux posséder ces qualités; il la mit ensuite en équilibre dans une balance, qu'un 38e de grain faisoit trébucher, & la plaça prés d'un excellent baromètre, qui indiquoit la pesanteur de l'atmosphère. Quoique cette balance ne fut pas assez exacte pour indiquer tous les changemens de l'atmosphère exprimés par le baromètre, cependant elle indiquoit des variations qui n'altéroient la hauteur du mercure que de la huitième partie d'un pouce; des balances plus exactes auroient encore donné une plus grande précision. Ceux qui désireront des détails plus circonstanciés sur cette machine plus curieuse qu'utile, & qui n'a guères été d'usage, pourront consulter les *Transactions philosophiques* pour l'année 1666, n°. 14; & la *Collection académique*, partie étrangère, tom. II, pag. 41.

Baromètre statique du chevalier Morland. Ce

baromètre a l'avantage singulier de montrer les variations de l'atmosphère par des espaces doubles de ceux qui sont indiqués par le baromètre simple. La *figure* 306 le représente; BD est un tuyau de verre plein de mercure, avec une boule en B, pour faire disparoître l'effet de quelques petites bulles d'air qui se trouvent au dedans; le bout inférieur F est plongé dans le réservoir ADCF. Vers le milieu de ce tube, se trouve une agraffe G de métal, par laquelle il est suspendu au bout du bras ou fléau de la balance HL, moyennant deux petites chaînes de métal, comme celle des montres de poche, qui posent sur une portion du cercle HG, pour que la pression du tuyau du baromètre soit toujours à la même distance du fléau; l'autre bout L est formé aussi en portion de cercle, par la même raison, afin que le contrepoids KK se trouve toujours à des distances égales.

L'aiguille ou index MN de ce fléau, est aussi contrebalancé par la boule M de métal, qui est vissée au bout supérieur de cette aiguille; le tout doit y être si contrebalancé, que l'on puisse trouver un équilibre parfait dans toutes les positions de ce fléau; les deux fils de métal ZZZZ & RRRR servent à maintenir solidement les pièces. Enfin l'axe du fléau HL & de son aiguille MN pose sur quatre roulettes dont on en voit deux EE dans la figure, & il y a une échelle PQ toute divisée, sur laquelle la hauteur du baromètre est montrée par l'éguille N.

La manière la plus sûre pour régler ce baromètre, est d'attendre que la hauteur du baromètre simple soit à 20 pouces & demi, par exemple; alors on ajoute autant de petites boules de plomb dans la boîte R qu'il en faut pour que l'aiguille soit vis-à-vis le milieu de l'échelle PQ. On attend jusqu'à ce que le baromètre simple soit monté ou baissé d'un pouce; on y marque cette distance sur l'échelle, & l'on en divise le reste par des portions pareilles, qu'on subdivise ensuite en dixièmes & centièmes de pouces, &c.

Les hauteurs du mercure dans le baromètre statique, sont doubles de celles du baromètre simple; c'est-à-dire, si l'on met une échelle OG attachée au tube BD, on verra que le mercure y parcourt deux pouces, tandis que le baromètre simple n'en monte ou descend qu'un seul pouce; la raison en est que dans le baromètre simple, la pression de l'atmosphère sur le tuyau du baromètre est soutenue par la base du réservoir ou de la planche où il est monté; de façon que le mercure qui est dedans reste en équilibre avec la pression qui agit sur le mercure du réservoir; mais dans le baromètre statique, toute la pression sur le tuyau n'est soutenue que par l'équilibre du poids K, & par conséquent elle y doit agir avec une force double; de façon que si le poids K soutient le baromètre BD à 28 pouces de hauteur, par exemple, il est évident qu'en ajoutant une pression égale à celle d'un pouce de mercure en H, il faudroit en ajouter une autre en L ou K, pour conserver l'équilibre.

Mais comme le contrepoids reste toujours le même, le tuyau doit s'enfoncer de cette quantité dans le réservoir, & par conséquent la colonne de mercure ne seroit pas plus haute qu'auparavant. Il faut donc que, dans ce cas, le mercure monte encore un autre pouce; par conséquent il parcourra un double espace dans le tube, tandis que la vraie hauteur du mercure au-dessus de la surface de ce qui est dans le réservoir, n'est augmenté que d'un seul pouce, comme il est aisé de s'en assurer, en mettant un index sur la planche, à côté du tuyau BD.

Plus le fléau HL sera long & inflexible, plus il y aura d'exactitude dans le mouvement de ce baromètre.

L'horloge perpétuel qu'on fit à Londres, il y a quelques années, & qui réussit parfaitement bien, étoit construite sur le même principe que le baromètre statique; deux grands vaisseaux de cristal, dont l'un faisoit l'office du tube BD, & l'autre celui du réservoir ACF, étoient suspendus par des chaînes qui passoient sur des poulies, & qui avec leur mouvement, faisoient remonter à propos par des rochers & encliquetages, la force matrice de la pendule.

Baromètre réduit. Un baromètre est réduit lorsque sa hauteur est notablement moindre que 28 pouces. M. Amontons, dès 1688, imagina un moyen de réduire à volonté la hauteur du baromètre. Cette invention, ainsi qu'on le voit dans les anciens mémoires de l'académie des Sciences, tom. II, pag. 39, consiste à joindre plusieurs tubes les uns auprès des autres, de manière qu'ils communiquent alternativement par le bas & par le haut. Le premier tube *ab* est plein de mercure; il est joint en *b* à un tube *bc* rempli de quelque liqueur, ou même d'air; celui-ci communique en *c* à un troisième tube *cd*, qui est plein de mercure, & ainsi de suite. Dans la *figure* 307, on n'a mis que deux tubes pleins de mercure; chacun de ces tubes ayant environ 14 pouces de mercure, on a donc deux colonnes de 14 pouces, qui égalent en poids celui de 28 pouces, dont est composé la colonne du mercure du baromètre simple de Toricelli (nous supposons ici, pour le moment, le tube *bc* rempli seulement d'air); & conséquemment la hauteur de ce baromètre est seulement de 14 pouces, au lieu de 28. Si on augmentoit les tubes, & qu'on eût quatre colonnes de mercure & trois colonnes d'air, la hauteur du baromètre seroit réduite à 7 pouces seulement, quatre colonnes de mercure, chacune de 7 pouces de haut, équivalant à 28 pouces, & ainsi de suite, si on vouloit réduire à $3\frac{1}{2}$ pouces

la hauteur de ce baromètre. En général, la somme des hauteurs des colonnes de mercure soutenues par la pression de l'air de l'atmosphère, doit être égale à 28 pouces; & il doit y avoir entre elles un fluide moins pesant qui transmette la pression des unes sur les autres. On doit ménager un petit tube *g* à chaque courbure supérieure, pour introduire le mercure dans les deux tubes auxquels il communique; après cette introduction, on le ferme hermétiquement. Dans les changemens du poids de l'air, toutes les colonnes se meuvent séparément comme autant de petits baromètres, & la variation de chaque colonne diminue proportionellement à leur nombre. Pour suppléer à cette diminution, M. Amontons donna au baromètre réduit la propriété du baromètre double, en plaçant sur la dernière colonne de mercure une colonne de liqueur qui se terminoit dans un tube capillaire *ef*; & les cylindres *abcd* contribuent à l'étendue de la variation de cette liqueur comme dans le baromètre double. Afin d'éviter le mélange des colonnes de mercure, qui se fait au moindre mouvement du baromètre, quand elles ne sont séparées que par des colonnes d'air, on emploie des liqueurs incompressibles, comme l'eau, l'esprit-de-vin, &c.: ce qui augmente un peu la hauteur des colonnes de mercure.

On a varié de différentes manières les formes particulières du baromètre réduit; les uns ont mis des boules de verre, les autres des cylindres, comme on le voit dans la *figure*; il y en a qui ont mis différentes sortes de liqueurs dans les tubes intermédiaires, &c.; d'autres, comme M. Passement, ont substitué un tuyau en zigzag au tuyau droit *bg*, placé entre les deux colonnes de mercure d'environ 14 pouces. Ce tuyau étoit rempli de deux liqueurs de différentes pesanteurs spécifiques & diversement colorées, comme dans le baromètre double corrigé par le docteur Hook, dont on a parlé ci-dessus, & le point de jonction des deux liqueurs, qui parcourt toute l'étendue du zigzag, si le tuyau qui le forme est assez étroit, marque la variation du baromètre par un trajet qui peut être fort long. M. Passement avoit aussi employé un autre moyen, celui de laisser droit le tuyau *bg*, qui contient les deux liqueurs, mais de le prolonger au-dessus des tubes qui contiennent le mercure, en le faisant redescendre pour le réunir au réservoir *c*. Dans cette construction, le point de jonction des liqueurs parcourt un espace d'autant plus grand, que l'on fait le tuyau plus long & proportionellement plus étroit. Dans l'un & l'autre de ces baromètres, la jonction des liqueurs & du mercure doit se trouver dans des cylindres, comme on l'a dit des baromètres de M. Huyghens & du D. Hook; on proportionne le diamètre de ces cylindres à l'étendue qu'on veut donner à la variation du baromètre, & au diamétre du tube qui renferme les liqueurs.

C'est en 1759 que M. Passement exécuta un baromètre réduit de 18 pouces de hauteur, dont le tuyau formé en zigzag parcouroit 6 pieds de chemin du beau temps au mauvais; il s'étoit même proposé d'en faire un qui fut 1500 fois plus sensible que le baromètre ordinaire; pour une ligne, il comptoit même qu'il pourroit avoir 9 pieds de chemin.

Les baromètres réduits, même les plus simples, présentent des inconvéniens nombreux; les principaux sont la difficulté de purger d'air le mercure & le fluide intermédiaire, de le chasser sur-tout du tube *g*; l'impossibilité d'évaluer avec exactitude l'effet de la chaleur sur une colonne mixte, composée de trois liqueurs aussi hétérogènes que celles qu'on emploie dans cette espèce de baromètre, & enfin la grandeur des frottemens dans les divers tubes & dans les différentes courbures de cet instrument.

Baromètre tronqué. On a donné ce nom à une espèce de baromètre réduit, ou de baromètre coupé dont on se sert comme d'ÉPROUVETTE (*Voyez* le mot ÉPROUVETTE.), dans les expériences de la machine pneumatique. La *figure* 308 en donne une idée suffisante. On aperçoit que c'est un baromètre à bouteille dont on a retranché la plus grande partie du tube, en ne lui conservant que la portion inférieure avec la bouteille ou cuvette, ou réservoir dans lequel le mercure est stagnant. Ce baromètre réduit n'a que trois pouces environ de hauteur; on le remplit tout entier de mercure, ainsi que la partie inférieure du réservoir; on place ce petit baromètre sur un pied, portant une règle de cuivre graduée en pouces & en lignes, sur laquelle est fixé le tube, en observant que le zéro corresponde au niveau du mercure dans le réservoir. Cet appareil étant mis sous le récipient de la machine pneumatique, sert à connoître, non les premiers degrés de raréfaction de l'air, ce qui n'est pas ordinairement utile de savoir, mais ceux qui approchent le plus du vide complet. Si on plaçoit sous ce même récipient un baromètre ordinaire, les premiers coups de piston feroient descendre le mercure, mais ne produiroient pas cet effet dans le baromètre réduit. Ce dernier ne commencera à descendre que lorsque le mercure sera descendu dans le premier de 25 pouces; si on continue à pomper & que le mercure baisse de deux pouces dans le baromètre réduit, on le verra descendre de même dans le baromètre ordinaire, qui alors se sera abaissé en totalité de vingt-sept pouces, & ainsi de suite pour les lignes du dernier pouce qui reste à parcourir; lors donc qu'on ne met sous le récipient qu'un baromètre réduit, il indique les degrés de raréfaction qui répondent à l'abaissement du mercure dans un baromètre ordinaire, à ne compter que des trois derniers pouces environ.

Ce baromètre réduit, qui n'est en usage que dans

les expériences de la machine pneumatique, a été imaginé par M. de Mairan. M. du Fay en a donné la description dans les *Mémoires de l'académie des Sciences*, année 1734.

Pour que son usage soit sûr, le mercure doit être purgé d'air; car s'il y avoit de l'air au sommet du tube, il nuiroit par son expansion, qui agiroit de haut en bas à l'indication de l'instrument, qui ne doit indiquer que les effets de la pression de l'air restant dans le récipient.

Baromètre suisse. Ce baromètre est représenté dans la *figure* 309, & il est semblable, pour la forme, aux encriers coniques de verre, dont l'ouverture est en bas; la seule différence est que l'ouverture inférieure se prolonge parallèlement, presque jusqu'au haut du cône, par le moyen d'un tuyau de verre qui reste ouvert; on emplit d'eau cet instrument, de manière que la pointe du cône reste vide; l'air qui pèse sur la colonne d'eau contenue dans le tuyau, la fait monter ou descendre dans ce tube étroit, selon qu'il est plus ou moins pesant; mais cet instrument est sujet aussi aux impressions du chaud ou du froid; d'ailleurs ses variations n'ont aucune proportion ni entre elles ni avec celle du baromètre ordinaire, comme le P. Cotte s'en est assuré par l'expérience, ainsi qu'il le dit dans le premier volume des mémoires sur la Météorologie. La dénomination de cette espèce de baromètre, lui vient de ce qu'il est d'usage en Suisse. *Mém. météorolog.* de Cotte.

Baro-thermomètre. C'est un instrument qui fait à volonté la fonction de baromètre ou de thermomètre, & qui a été imaginé par le sieur Cappi, artiste breveté de l'académie. La *figure* 310 le représente. ABC est cet instrument qui diffère des baromètres ordinaires, en ce que la petite branche BC est plus longue : car elle a 10 ou 12 pouces, & que la branche AB est terminée par une boule qui reçoit le superflu du mercure contenu dans la fiole C, lorsqu'on veut qu'il fasse la fonction de thermomètre; lorsqu'il est vertical, sa marche est celle d'un baromètre; si on l'incline suffisamment pour que la boule A soit pleine de mercure, il marque, tant que l'inclinaison dure, le degré de température, dans la branche BC, & il fait alors fonction de thermomètre.

Baromètre stercométrique. Ce baromètre, dont M. Magellan reconnoît devoir l'idée à M. le chevalier Landriani, est représenté dans la *figure* 311. On lui a donné le nom de *stercométrique*, parce qu'il peut montrer les différentes hauteurs de la colonne de mercure, par les différences de la quantité ou masse du mercure qui les forme dans le tuyau, soit le tube AB recourbé en B, comme un syphon, où l'on a adapté un réservoir d'ivoire C avec un robinet D, de la même matière, mais à double trou, c'est-à-dire, que si on le tourne horisontalement, il y a une double communication entre le réservoir C & l'intérieur du tuyau BA; mais qu'en le tournant dans un sens vertical, tout le mercure du réservoir C puisse sortir audehors, & tomber dans l'entonnoir E. Cet entonnoir est cimenté à un tube de verre d'un diamètre fort petit & bien calibré, dont le bout I est ouvert & recourbé en haut; ce tuyau doit être cimenté sur une petite planche NZ, avec une échelle divisée en 25e ou même 64e de pouce.

Après avoir rempli le tuyau AB avec du mercure, on met l'entonnoir EI au-dessous du robinet D pour recevoir tout le mercure qui se trouve dans la boîte CD à chaque observation; le mercure étant mesuré par l'échelle NZ, à côté du tuyau, dont le diamètre est cinq ou huit fois plus petit que le diamètre du tuyau AB du baromètre, il doit montrer les variations 25 ou même 64 fois plus grandes que le baromètre simple.

Si l'on employoit une bonne balance pour peser à chaque fois le mercure contenu dans le réservoir DE, on pourroit pousser encore plus loin l'aggrandissement sensible de ces variations; & enfin si l'on formoit un gros cylindre FG au bout supérieur du tuyau AB, depuis les 28 jusqu'au 31 pouces au-dessus du fond du réservoir C, qui en doit avoir le même diamètre, ou encore bien plus grand, on pourroit pousser cette exactitude fort au-delà des millièmes de pouce.

Après que l'observation a été faite, on tourne le robinet D horisontalement, & l'on remet le même mercure dans le réservoir CD.

Baromètre marin. On a donné ce nom à plusieurs espèces de baromètres destinées à l'usage des navigateurs. Le *baromètre conique* est une sorte de baromètre marin (*voyez* l'article particulier du *baromètre conique* de M. Amontons, ci-dessus). On a aussi imaginé un autre baromètre à l'usage des marins, qui, à cause du roulis des vaisseaux, ne peuvent se servir des autres baromètres. Cet instrument est [un thermomètre double, ou deux tubes à demi remplis d'esprit-de-vin, dont l'un est fermé hermétiquement par les deux bouts, & renferme une certaine quantité d'air, & l'autre est fermé par un bout, & ouvert par l'autre. Or, l'air, comme l'on sait, agit sur l'esprit-de-vin, & le fait monter par deux raisons; par sa propre gravité, comme dans le tube de Toricelli, & par sa chaleur, comme dans le thermomètre. Si donc les deux tubes sont divisés par degrés, en sorte qu'ils s'accordent l'un avec l'autre au temps où l'air y est renfermé, il s'ensuit que lorsqu'ils s'accorderont encore ensuite, la pression de l'atmosphère sera la même que dans le temps que l'air a été renfermé; si dans le thermomètre qui est ouvert à l'air, la liqueur est plus

haute, en considérant, en même temps, combien l'autre s'élève ou s'abaisse par l'opération de la chaleur ou du froid, on verra que l'air est plus pesant : au contraire, quand le thermomètre ouvert est plus bas en comparaison de l'autre, l'air est plus léger que dans le temps que l'instrument a été divisé par degrés. Mais il faut se ressouvenir que la condensation & la raréfaction de l'air, sur quoi toute cette machine est établie, ne dépendent pas seulement du poids de l'atmosphère, mais qu'elles sont aussi causées par l'action de la chaleur & du froid; c'est pourquoi cette machine ne peut pas être nommée un baromètre, mais plutôt un instrument qui indique les altérations de l'air. (*Voyez* MANOMÈTRE.). Cependant cet instrument est regardé comme étant fort bon pour faire connoître si le temps doit être mauvais, de même que les changemens de vents & l'approche du froid].

La *figure* 312 rendra cette description plus facile à comprendre. *abc* est un tube de verre recourbé, dont la branche la plus courte *bc*, est terminée par une boule *d* pleine d'air; la branche la plus longue *ab*, ouverte en *a*, contient de l'eau-forte affoiblie avec de l'eau ou de l'huile de tartre, &c.; la liqueur passe dans la petite branche jusqu'à la naissance de la boule, & l'air contenu dans la boule est comprimé par le poids de l'atmosphère & par celui de la liqueur. Si le poids de l'atmosphère diminue, l'air contenu dans la boule est moins comprimé qu'auparavant; & la liqueur monte dans le grand tube; si ce poids diminue, c'est le contraire.

Ce baromètre est assez généralement attribué à M. Amontons, qui s'étoit beaucoup occupé des baromètres & des thermomètres, & qui en avoit imaginé ou perfectionné plusieurs. M. Hook a aussi, de son côté, inventé ce baromètre, ainsi qu'on le voit dans les transactions philosophiques. La première description qu'on vient de rapporter est celle de M. Hook, & a plus de rapport au thermomètre d'air, qui étoit alors connu; la seconde a plus de précision. M. Amontons ne se contentoit pas d'un apperçu bien général comme M. Hook; car il pensoit que par le moyen de son thermomètre, sur lequel le poids de l'air n'agissoit pas, parce qu'il étoit fermé hermétiquement, on pouvoit retrancher les effets de la chaleur sur ce baromètre, & que le reste de la variation appartenoit au changement du poids de l'atmosphère.

Ce baromètre peut avoir quelque utilité sur mer; mais il n'est pas vrai, comme le prétend M. Amontons, que ses variations soient aussi régulières que celles du baromètre de mercure; car 1°., le frottement de la colonne de liqueur qui doit se mouvoir toute entière en même temps dans le tube, absorbe une partie des variations du poids de l'air extérieur; 2°. cette machine agit plus comme thermomètre que comme baromètre, ainsi qu'on l'a déjà dit. M. Amontons lui-même a trouvé que l'augmentation causée au ressort de l'air par la chaleur de l'eau bouillante, est égal au tiers du poids dont il est chargé, quand l'expérience est faite au printemps (*Mém. de l'acad. des Sc.*, 1702); ainsi, de la moindre à la plus grande chaleur que nous pouvons éprouver, l'air renfermé dans la boule devient capable de soutenir une augmentation de poids d'environ un cinquième, sans changer de volume, tandis que le plus grand changement de poids de l'atmosphère dans un même lieu, n'est que d'environ une quinzième partie de son plus grand poids. Il suit de-là, selon M. Deluc, dont nous empruntons ces considérations, qu'une erreur dans l'estimation de l'effet que produit la chaleur sur cette machine, est triplée dans la quantité de l'effet qu'on assigne au poids de l'air; & certainement on ne peut jamais se promettre une parfaite exactitude, soit dans la correction elle-même, soit dans l'égalité de température du thermomètre & du baromètre; 3°. le baromètre augmentant à proportion des poids qui le compriment, on ne peut procurer à ce baromètre une marche sensiblement uniforme, qu'en rendant la capacité du tuyau presque nulle comparativement à celle de la boule, afin que la liqueur qui passe dans cette boule, quand le poids de l'atmosphère augmente, ne produise qu'une diminution insensible au volume de l'air renfermé. On parvient à ce but, en employant des tubes capillaires ou des boules très-grandes; mais le premier moyen augmente beaucoup le frottement, & le second est très-incommode; 4°. enfin il n'est pas possible de réduire ce baromètre à une marche uniforme; car, pour cet effet, il faudroit que le rapport des capacités du tube & de la boule, la condensation primitive de l'air dans cette boule, la nature de la liqueur & celle de l'air renfermé, fussent toujours les mêmes; or, on ne connoît aucun moyen sûr pour produire cette uniformité, sur-tout dans la nature de l'air, qui, plus ou moins humide quand on construit le baromètre, & plus ou moins affecté par l'évaporation de la liqueur qui le tient enfermé, ne suit plus les mêmes lois dans ses dilatations par la chaleur, ni probablement dans ses condensations par différens poids.

Baromètre marin d'Amontons & de Hook, corrigé. Cet instrument ingénieux consistoit, comme on l'a dit, dans un manomètre placé à côté d'un thermomètre; les expansions de l'air renfermé dans le manomètre causées par la chaleur de l'atmosphère, tandis que sa pesanteur se trouve à une hauteur connue, y sont marquées par les mêmes nombres de degrés du thermomètre; ainsi, toutes les autres différences de la pesanteur de l'atmosphère qu'on observe dans la suite, doivent faire monter ou descendre le manomètre au-delà du degré qui correspond à celui montré par le thermomètre. Nous allons donner, d'après M. Magellan, la description

de cet instrument, avec les corrections que l'on a faites en Angleterre au manomètre.

Soit FLNK, *figure* 313, un thermomètre de mercure d'environ 13 ou 15 pouces en longueur; la boule K peut être recourbée en arrière (si l'on veut), & rester cachée entre le faux fond du chassis; l'échelle LN de ce thermomètre doit être graduée pour le moins depuis la glace (32 de Farenheit) jusqu'à la plus grande chaleur de l'été, ou même jusqu'au degré de 90 de la même échelle.

Le manomètre est composé de deux tuyaux AC & BD; le premier a une boule A qui peut être également recourbée & cachée par derrière le faux fond V. Ce tuyau est étroit & du même calibre que l'autre BD; tous les deux sont cimentés à deux embouchures coniques de bois dur, qui communiquent avec le réservoir E, dont le robinet C peut empêcher la communication avec le tuyau AC, lorsqu'on le tourne en bas, c'est-à-dire, dans la position contraire, représentée par des points; le tuyau BD communique toujours avec le réservoir; mais il y a une embouchure d'ivoire ou de bois dur, en forme d'entonnoir en B, qui peut être fermée à volonté avec un bouchon de la même matière; il y a une échelle fixe qui règne tout le long entre ces deux tuyaux, qu'on doit diviser comme on va le dire, & une autre échelle MS, qui est mobile dans la rainure AC: celle-ci est de trois pouces, divisée en dixièmes, & marquée par les numéros 31, 30, 29 & 28.

Le réservoir E a un sac de peau qui est situé latéralement, & qui peut être poussé vers E en tournant la clef G; la boule A doit être d'une grandeur telle, que l'air contenu dans sa capacité à la température de la glace, ne puisse avoir une expansion plus grande que la capacité de son tuyau NC, au moins d'environ 3 pouces. On remplit donc le tuyau avec du mercure, tandis que le thermomètre est à 32 degrés, laissant la boule A pleine d'air; on en met assez dans le réservoir E, en sorte que tournant la clef G, il puisse monter dans le tuyau BD jusques vis-à-vis la surface du mercure en N, ayant toujours le robinet ouvert pour qu'il communique avec le réservoir.

On fait changer graduellement la température de la chambre ou de la boîte où l'on fait l'opération, marquant sur l'échelle XZ qui est entre les tuyaux NC & BC, les mêmes degrés donnés par le thermomètre KF, & ayant soin de tourner la clef G, en sorte que le mercure en BD soit toujours à la même hauteur de celui qui est dans l'autre tuyau NC, parce que, sans cette circonstance, il y aura de l'erreur dans la vraie expansion que l'on croiroit être causée par la chaleur dans le manomètre. Après avoir divisé la grande échelle XZ entre les deux tuyaux NC & BD, on doit mettre une aiguille T dans l'échelle mobile MS exactement au même pouce, & dixième ou centième de pouce où se trouve le baromètre simple, tandis qu'on fait l'opération dont on vient de parler.

Le châssis de cet instrument doit être garni d'un verre en forme de porte, pour pouvoir l'observer sans que l'haleine de l'observateur puisse causer aucune variation dans le manomètre. C'est par cette raison qu'on laisse au-dehors la clef G, & qu'on en pratique une autre H pour hausser & baisser l'échelle MS, sans ouvrir la porte qui renferme l'instrument.

Voici à présent la manière de faire des observations. 1°. Tournez la clef G, jusqu'à ce que le mercure dans les deux tuyaux NC & BD soit précisément à la même hauteur. 2°. Examinez le degré du thermomètre dans l'échelle IN. 3°. Faites mouvoir par l'anneau H l'échelle MS, jusqu'à ce que l'aiguille T soit vis-à-vis le même degré dans l'échelle XZ du manomètre. 4°. Si l'aiguille T coïncide exactement avec la surface du mercure du manomètre, c'est une marque que la pesanteur ou pression de l'atmosphère est la même que celle où cet instrument fut construit, qui est celle où l'aiguille se trouve placée dans cette échelle; autrement la différence réelle de cette pression paroîtra par les pouces & parties de pouce de cette échelle MS, vis-à-vis lesquels le mercure se trouvera pour lors.

Enfin, lorsqu'il s'agit de transporter cet instrument d'un endroit à un autre quelconque, il n'y a qu'à tourner en bas le robinet C, pour que l'air qui est dans le tuyau NC ne puisse s'échapper, & pousser le mercure du réservoir E jusqu'à peu de distance de l'embouchure B, par le moyen de la clef G; on le bouchera avec le bouchon qui lui appartient, & l'instrument ne pourra point être dérangé dans son transport.

On a fait un *baromètre marin* composé d'un tube vertical à l'ordinaire, avec cette seule différence qu'à la place de la cuvette ou réservoir, on a soudé un tube tourné en ressort à boudin ou spirale horisontale. On évite par-là les grandes oscillations que le roulis & le tangage des vaisseaux produisent sur le mercure qui est stagnant dans les réservoirs ordinaires; on peut encore ménager, près du sommet du tube vertical, un petit étranglement, pour empêcher que dans les mouvemens du vaisseau, la partie supérieure de la colonne de mercure n'aille frapper la partie concave du sommet du tube, & ne le brise.

M. *Passement* avoit auparavant imaginé un moyen de ce genre très-efficace, pour arrêter les oscillations du mercure dans un baromètre placé sur un vaisseau.

Il contournoit le tuyau du baromètre ordinaire, en forme de ſpirale dans le milieu de ſa longueur; deux révolutions ſuffiſent; & celle qui eſt à l'extérieur doit avoir environ deux pouces de diamètre. « Les deux portions du tube ne peuvent pas reſter ſur la même ligne droite, l'une s'enfonce plus que l'autre dans la monture, parce que la portion qui communique avec l'intérieur de la ſpirale doit néceſſairement paſſer hors de ſes révolutions. On conçoit bien que dans un baromètre conſtruit de cette manière, le mouvement occaſionné par les ſecouſſes extérieures eſt comme rompu par les directions oppoſées qu'il prend dans la ſpirale, & par l'augmentation du frottement, qui ſera d'autant plus conſidérable, qu'on emploiera un tube plus étroit. On peut encore rendre l'impreſſion des mouvemens extérieurs & momentanés moins ſenſible, en faiſant aboutir l'extrémité ſupérieure de la colonne de mercure dans un cylindre, parce que les variations qui pourroient ſe faire dans le tube deviendroient moins ſenſibles en ſe répandant ſur une grande ſurface. Un baromètre de cette eſpèce doit être preſqu'inſenſible aux mouvemens des vaiſſeaux, & par cela même très-propre à l'uſage de la mer. Il eſt vrai que l'augmentation de frottement le rend moins propre à indiquer les petites variations du poids de l'air, & que par cette raiſon on ne peut l'employer utilement à des obſervations bien exactes, comme par exemple à meſurer les hauteurs; mais les navigateurs n'ont pas beſoin de ce degré d'exactitude ». Ainſi ce baromètre peut être très-utile ſur mer, où les moyens les plus ſimples & les plus ſûrs ne peuvent avoir lieu.

Une autre eſpèce de *baromètre marin*, imaginée encore par M. *Paſſement*, eſt celle de la *figure* 314. Le tube C eſt capillaire; il eſt terminé en haut par un renflement cylindrique B : le réſervoir eſt en D; en A eſt un étranglement capillaire; d'après cette conſtruction, & d'après tout ce qui a été dit juſqu'à préſent, il eſt évident qu'on ne verra point dans cet inſtrument des oſcillations ſemblables à celles qui auroient lieu dans un baromètre ordinaire placé ſur un vaiſſeau; mais les frottemens du mercure dans le tube capillaire, ſont un grand défaut, & nuiront toujours à la ſenſibilité de cet inſtrument; néanmoins ſur terre, où des inſtrumens ſimples & parfaits ne peuvent être employés, on eſt heureux de pouvoir mettre en uſage des baromètres, tels que celui qu'on indique.

M. *Zeiher*, bien perſuadé qu'un baromètre ordinaire ne peut être utile ſur mer à cauſe des mouvemens continuels des vaiſſeaux, a imaginé de pouvoir meſurer l'élaſticité de l'air par un cylindre creux, abſolument vide d'air, dont les baſes ſont mobiles; dans le vide du cylindre & entre ſes baſes, eſt placé un reſſort qui les tient écartées, & qui réſiſte tellement à la preſſion de l'air extérieur, que la tenſion de ce reſſort eſt toujours en équilibre avec cette preſſion; lorſque la force élaſtique de ce dernier ſe trouve augmentée, les baſes ſe rapprochent davantage l'une de l'autre, au lieu qu'elles s'écartent quand cette force eſt diminuée; par conſéquent la diſtance qui ſe trouve entre ces baſes, fait connoître la preſſion de l'air. *Nouveaux Mémoires de l'académie des Sciences de Peterſbourg*, années 1758 & 1759.

Le *baromètre de mer* dont s'eſt ſervi le capitaine Cook dans ſon ſecond voyage autour du monde, étoit de l'eſpèce qu'on appelle *baromètre à réſervoir;* le réſervoir étoit un cylindre de bois, percé au ſommet de deux trous circulaires, l'un de près d'un demi-pouce, & l'autre de près d'un pouce de diamètre; le tube s'adapte ſi exactement dans le premier, qu'il ne laiſſe pas ſortir le mercure : le plus grand trou eſt couvert d'un morceau d'étoffe de laine, à laquelle M. Nairne a trouvé la propriété d'admettre l'air, & non pas le mercure; le tube étoit droit, & ſon calibre plus petit que de coutume ſur une longueur à-peu près de deux pieds, mais au-deſſus il étoit d'une largeur ordinaire; la petiteſſe du tube au-deſſous, empêchoit le mercure de deſcendre auſſi promptement que le mouvement du vaiſſeau l'auroit fait deſcendre d'ailleurs, & la largeur du tube au-deſſus empêchoit ce qui s'élevoit, d'avoir un effet auſſi ſenſible qu'il l'auroit eu lors du mouvement du mercure, dans cette partie du tube.

Ce baromètre étoit ſuſpendu à une planche ordinaire juſqu'au milieu de ſa hauteur. M. Wales, un des aſtronomes de l'expédition, s'apperçut bientôt que le mouvement du vaiſſeau produiſoit un effet très-ſenſible ſur cet inſtrument, & que le mouvement d'un baromètre ainſi ſuſpendu, tendoit à élever le mercure, un peu plus qu'il ne ſe ſeroit élevé ſans cela : voilà pourquoi les variations moyennes du mercure, pendant le voyage furent en général plus grandes qu'elles ne l'auroient été dans un baromètre en repos. Mais depuis, M. Nairne a reconnu par expérience, qu'un baromètre de cette eſpèce peut être ſuſpendu à une telle hauteur au-deſſus du baſſin, que ſon mouvement aura une tendance à rendre ſa hauteur moyenne plus petite qu'elle ne ſeroit dans un baromètre en repos, & de là il eſt venu à bout de déterminer le point où on doit le ſuſpendre, pour que le mercure n'ait point de tendance à monter ou à deſcendre; dans un barometre ainſi ſuſpendu, le mercure ſera parfaitement en repos.

Baromètre marin de M. Blondeau. Le verre étant une matiere trop caſſante pour les baromètres deſtinés à l'uſage des gens de mer, M. Blondeau, profeſſeur à Breſt, a penſé à y ſubſtituer le fer, ainſi qu'on le voit dans le premier volume du *journal de marine.* Pour cet effet, on prend un canon de fuſil du plus petit calibre, qui n'ait point

été brasé avec du cuivre, parce que le mercure s'amalgame avec ce dernier métal, tandis qu'il n'attaque pas sensiblement le fer. Il faut donc souder en fer la lumiere du canon, & réduire la culasse à la même grosseur que l'extrémité opposée.

L A O P, *figure* 315, est un canon de fusil de 34 pouces de longueur & poli intérieurement; le bout soudé ou fermé est en A L, & le bout ouvert en O P. La partie G B O P a été rendue plus épaisse en soudant dessus extérieurement un bout de canon : à cette pièce ainsi renforcée est une vis extérieure, sur laquelle se monte la pièce B G H, & une portée sur laquelle appuie la partie B G. L'extrémité du canon O P repose sur la portée O P, ménagée dans l'intérieur de la pièce. On place sur cette portée une ou deux rondelles de peau qui, pressées par la partie inférieure du canon O P, interdisent tout passage à l'air & au mercure. On voit de O P en H un petit canal d'une demi-ligne de diamètre environ qui débouche au point H.

La *figure* 316 est une espèce de siphon renversé, dans lequel la partie K I E F doit être exactement de même calibre que le canon de fusil L A G B de la figure précédente, bien polie en dedans & longue d'environ 4 pouces. La partie C M est taraudée intérieurement pour être montée sur une vis, & être appuyée sur une portée qui se trouve extérieurement sur la pièce G B O P, & qui ferme exactement, étant garnie de plusieurs rondelles de peau. De cette manière, il n'y aura plus de communication de l'intérieur du canon à l'air extérieur, que par l'orifice K I. La branche du siphon K I D N doit être brisée en E F, & porter aussi à ce point un diaphragme de fer percé d'un trou de 1 ligne ½ de diamètre dans sa partie inférieure N E; la partie supérieure K E en portera un semblable, & ces deux parties tournantes l'une sur l'autre en E F, on peut à volonté établir la communication, la diminuer ou la rendre absolument nulle. Les deux diaphragmes doivent s'appliquer parfaitement l'un sur l'autre. On couvre l'orifice K I avec un couvercle semblable à celui des étuis d'or & d'argent qui n'ont point de charnière, mais beaucoup plus court; il sera percé d'un trou propre à laisser passer librement un fil de fer de moyenne grosseur : un autre couvercle s'ajuste à vis sur celle qu'on a formée intérieurement vers K I, & appuie très-exactement sur l'orifice K I. A la partie intérieure de ce couvercle, on fixe un fil de fer de 2 lignes de diamètre ou environ, qui porte à son extrémité une espèce de piston compressible, de grosseur à entrer juste dans la portée K I E F, sans y forcer, & il doit appuyer un peu sur le diaphragme supérieur en E F, lorsque le couvercle est serré sur K I. Voici maintenant l'usage de cet instrument.

La partie G B O P H étant ôtée, on remplit le tube L A G B de mercure, jusqu'à 2 pouces environ de l'extrémité O P; on fait bouillir le mercure, & on remplit entièrement de mercure bouillant ce tube. On visse aussitôt la partie G B O P H, avant que le mercure soit refroidi; il coule alors dans le petit canal X H, & si tout est bien proportionné, on le voit sortir en H. On renverse la pointe H dans la pièce C M D N, pleine de mercure qui a bouilli aussi & qui est encore chaud : on visse cette pièce sur G B O P; le tout étant bien serré, il sortira du mercure qu'on recevra dans un vase, & l'essentiel du baromètre sera construit.

En remplissant de mercure la branche C M D N, il en monte nécessairement dans l'autre branche jusqu'en E F, que l'on suppose au niveau de C M; mais lorsqu'on a joint le tube L A H avec C M D N, l'instrument étant vertical, le mercure descendra du tube L A H, pour monter dans la branche K I E F, & se mettre en équilibre avec le poids actuel de la colonne d'air qui pèse sur le mercure de cette branche par l'orifice K I, ou par le petit trou du premier couvercle. Cet instrument, ainsi construit, obéira donc à tous les changemens de variation dans le poids de l'atmosphère.

Afin de rendre sensibles aux yeux de l'observateur ces variations, on tourne & on polit bien un petit cylindre d'ivoire, de manière qu'il entre juste, mais sans frottement, dans la branche K I E F. Au centre de ce cylindre, on fixe un fil de fer bien dressé, & assez long pour sortir de 3 ou 4 pouces par le trou du couvercle K I. Alors on juge du mouvement du mercure par celui qu'il imprime au cylindre d'ivoire, & par contre-coup au fil de fer. On fixe ensuite ce baromètre sur une planche de cuivre divisée, & l'extrémité de la tige de fer marque la variation du mercure en pouces & en lignes.

On règle ensuite ce baromètre marin, en se servant d'un baromètre ordinaire, bien fait; & s'ils ont été réglés exactement l'un sur l'autre, ils se suivront toujours dans leur marche. On conçoit que dans les divisions du baromètre marin, on doit compter les demi-pouces pour des pouces, & les demi-lignes pour des lignes, afin qu'il s'accorde avec le baromètre ordinaire; il en est ainsi dans le baromètre à siphon. Dans cet instrument l'ordre des chiffres est renversé, l'*index* descendant quand le mercure monte dans les autres, & réciproquement. Plusieurs officiers de marine ont assuré que cet instrument avoit assez bien répondu à leur attente.

Baromètre sectoral. Cette espèce de baromètre a été imaginée par M. Magellan; on va le décrire d'après ce physicien. Soit le tuyau recourbé E P O N A, *figure* 317, contenant du mercure; il est fixé par les attaches P O N sur la planche A N O P E.

ANOPE mobile dans le centre N. Cette planche a un petit bras Q, où l'on voit deux têtes guillochées, dont l'une sert à mouvoir l'instrument, parce qu'elle appartient à un pignon qui engraine dans la rainure dentelée RV, & l'autre appartient à une agraffe, pour tenir l'instrument autant incliné qu'on le veut. La planche ZYMB est coupée comme un secteur tiré du centre N, où le baromètre tourne. Il y a une échelle ZY, tracée en portion de cercle, d'environ 30 degrés, & un niveau à bulle d'air CM, pour avoir toujours la ligne TSN perpendiculaire à l'horizon. Enfin il y a un tuyau BN à double loupe, avec une croix filaire au centre N, pour observer, sans parallaxe, la surface inférieure N du mercure.

Par cette construction, il est évident que l'échelle de ce baromètre deviendra d'autant plus grande, que l'arc ZY sera décrit à une plus grande distance du centre N; car pourvu que TN soit de 31 pouces, & que le *sinus verse* TS soit de trois pouces, il n'importe guère à quelle distance se trouve le *nonius* E. Ainsi, lorsque la pesanteur de l'atmosphère ne fait monter le mercure qu'à vingt-sept pouces (égal au *co-sinus* SN de l'angle TNX, qui est de 29 degrés 25 minutes 44 secondes), il faut incliner assez le baromètre, pour que la surface supérieure du mercure soit à la hauteur de la ligne SX, qui est le *sinus* de l'angle TNX; & cette surface supérieure n'y sera jamais, à moins que la surface inférieure dans la petite branche AN se trouve exactement au même point N, &c. *Observ. sur la Phys. &c. mai* 1782.

Baromètre à appendices. On donne ce nom à des espèces de baromètres auxquels on a ajouté, soit à l'extrémité supérieure, soit à l'extrémité inférieure, de petits tubes de verre, destinés à recevoir le mercure relativement à divers usages particuliers que nous expliquerons dans un instant.

Le *premier* de ces instrumens est appelé *baromètre à niveau constant*, parce qu'il a la propriété de conserver toujours le même niveau. Il est représenté dans la *figure* 318. Lorsque la colonne de mercure descend dans le réservoir d'un baromètre ordinaire, ce réservoir s'emplit; & lorsque la colonne monte, le réservoir se vide. La quantité de mercure n'est donc jamais constante dans le réservoir; ce qui fait varier sans cesse la ligne de niveau, & complique les indications du baromètre. Tous les baromètres à réservoir sont plus ou moins sujets à ce défaut, à raison de la grandeur du diamètre de ces réservoirs, relativement au diamètre des tubes; ce qui empêche ces sortes d'instrumens d'être comparables.

On a imaginé, pour parer à ces défauts, quatre moyens de correction: 1°. le *baromètre à syphon*, qui, n'ayant point de réservoir, n'en a pas les inconvéniens; mais aussi il n'en a pas les avantages. Il est très-peu sensible, le mercure n'y parcourant que la moitié de l'échelle des variations.

2°. *Le renflement du réservoir* à son extrémité supérieure; c'est une espèce de gouttière ou rigole, dans laquelle le mercure qui descend va se rendre, & d'où il reflue lorsque le mercure monte. Cette rigole entoure la cuvette, & est placée à la ligne de niveau du mercure. Mais l'expérience prouve que le mercure ne se répand qu'avec peine dans la rigole, c'est-à-dire, que l'effet n'a lieu que dans les grandes descentes de mercure.

3°. *De grands réservoirs* d'un diamètre considérable. Le motif qu'on a eu dans cette construction est celui-ci. La différence dans la colonne de mercure, lors de sa plus grande descente & de sa plus grande élévation, équivalant à deux pouces & demi environ de mercure, si cette quantité tombe dans un très-grand réservoir, elle se répandra alors sur une surface dont l'épaisseur diminuera d'autant plus, que la capacité de ce réservoir sera plus grande. Mais on n'arrive par ce moyen qu'à des approximations; & de plus, un réservoir assez grand pour rendre sensiblement nulle la différence du niveau, exige une quantité de mercure, qui rend l'instrument un peu dispendieux & très-difficile à manier.

4°. *Le baromètre à déchargeoir*. Ce baromètre est construit de manière que, dans la descente du mercure, ce fluide vient se rendre dans le réservoir, s'y tient dans sa quantité convenable, sa surabondance se déchargeant dans un vase ou tuyau. Si le mercure ne change point dans un pareil instrument, lorsque le mercure descend, il change lorsque le mercure monte. L'effet est donc incomplet; d'ailleurs cet instrument exige que l'observateur reverse de temps en temps dans le réservoir la quantité de mercure qui s'est écoulé dans le vaisseau de décharge. Les baromètres à doubles cuvettes que l'on fait plonger l'une dans l'autre, &c. &c, sont des moyens qui reviennent au même.

Ceci supposé, un *baromètre à niveau constant*, est celui qui se corrige lui-même, soit dans l'ascension, soit dans la descente du mercure, le réservoir se remplissant & se vuidant tour à tour de la juste quantité, & à l'instant précis où la variation dans la colonne a lieu. C'est ce que fait l'instrument qu'on voit dans la figure qu'on vient de citer. AAA est un baromètre ordinaire, auquel tient un réservoir quelconque: on peut donner un très-petit diamètre à ce réservoir. BB est une ligne ponctuée, représentant le niveau. Cette ligne de niveau doit être prise du point où se trouve le mercure, lorsqu'on le fait monter à son plus haut degré d'élévation. C'est un appendice ou tube soudé à un côté du réservoir. Ce tube est placé dans la

direction de la ligne de niveau, & on lui donne une légère inclinaison de bas en haut.

Maintenant on conçoit que le mercure, dans sa descente, ne peut se rendre dans le réservoir sans refluer aussi-tôt dans l'appendice. Le mercure remonte-t-il dans le tube, la même quantité revient d'elle-même de l'appendice dans le réservoir; le niveau ne change donc jamais.

On observera que cette addition peut convenir aux baromètres à cuvette, aux baromètres renversés, & à ceux qui sont à cadran.

On remarquera encore que l'inclinaison de l'appendice est nécessaire pour que le mercure revienne dans le réservoir, & que cette inclinaison semble devoir donner lieu à un changement dans la ligne de niveau; changement très-petit, que l'on peut évaluer d'une manière très-commode, & non moins exacte. Si, par exemple, l'appendice a une ligne d'inclinaison, le niveau changera d'une ligne dans la plus grande descente du mercure, c'est-à-dire, dans celle de trois pouces; variation extrême, qui n'a pas lieu dans nos climats. Ce seroit donc un trente-sixième d'erreur, dans ce cas extraordinaire, si l'on n'y faisoit aucune attention: dans les petites variations, l'erreur ne seroit point sensible; mais des erreurs que l'on peut évaluer par l'instrument, ne sont pas des défauts dans cet instrument.

Le second baromètre à appendice est le *baromètre propre à mesurer la pesanteur de l'air dans les profondeurs inaccessibles.* Cet instrument est le baromètre à syphon, auquel on a adapté un appendice au sommet de la grande branche, & au degré 29 de l'échelle. L'appendice aura ou le même diamètre que le tube, ou un diamètre plus petit, mais d'une proportion connue avec celui du syphon. On peut augmenter la longueur de l'appendice au-delà de six pouces, à proportion qu'on aura de plus grands effets à obtenir, c'est-à-dire, qu'on aura de plus grandes profondeurs à mesurer. La *figure* 319 fait voir cet instrument. A A A, baromètre à syphon. B, appendice: son inclinaison forme un angle qu'on peut rendre plus ou moins aigu.

Quand on voudra se servir de l'instrument, l'on versera du mercure dans la petite branche, ou branche inférieure du syphon, jusqu'à ce que ce fluide monte dans la grande branche au degré 29, c'est-à-dire, jusqu'à ce qu'il se trouve au niveau de l'appendice. Cette opération faite, si l'on descend le baromètre dans une profondeur, la pression de l'air augmentant graduellement, & agissant de plus en plus sur le mercure, tendra à le faire monter dans la grande branche; mais à mesure que le mercure montera, il se répandra dans l'appendice. Ce qui sera tombé du mercure indiquera la pesanteur de l'air dans la profondeur.

Supposons *vq*, qu'on ait descendu l'instrument dans un puits de dix toises, si, en le retirant, on trouve dans l'appendice une demi-ligne de mercure, on en concluera que l'air intérieur du puits a la même pesanteur que l'air atmosphérique. On compte ici dix toises par demi-ligne, parce que le baromètre à syphon ne fait que la moitié des variations du baromètre à réservoir. Si l'air du puits eût été plus pesant, la quantité de mercure tombé dans l'appendice eût été plus considérable; elle eût été moindre, si l'air eût été moins pesant.

L'air de certains puits, de quelques mines & autres profondeurs, est bien plus chargé que l'air atmosphérique. Il résulte des observations faites par M. Deluc dans les mines du Hartz, qu'on doit compter environ 14 toises par lignes pour les mesures des profondeurs, en se servant du baromètre ordinaire ou à réservoir.

Il est des profondeurs où l'air est d'une pesanteur ou d'une légèreté extrême, & si dangereux, que l'on ne peut y pénétrer. C'est pour connoître ces qualités que le baromètre à appendice est sur-tout fait, & qu'il deviendroit sur-tout indispensable.

On voit que la mesure de la profondeur est connue par la corde qui sert à descendre le baromètre, & la pesanteur de l'air par la quantité de mercure qui se trouve dans l'appendice. De la comparaison de ces deux choses résulte la découverte de la troisième que l'on cherche, c'est-à-dire, que l'on conclut d'une manière très-sûre que l'air d'une profondeur pèse plus ou moins que l'air de l'atmosphère. Si l'on vouloit avoir des effets très-sensibles, & former de grandes divisions sur l'échelle de l'appendice, l'on donneroit à cet appendice moins de diamètre qu'au syphon. Ainsi, si l'appendice a la moitié du diamètre du syphon, elle s'emplira d'une ligne, lorsque le syphon y versera une demi-ligne de mercure.

On remarquera, 1°. qu'ici l'air atmosphérique a été pris pour terme de comparaison, en attendant que l'on en ait trouvé un plus exact: car sa pesanteur n'est pas fixe & invariable. 2°. Sur la manière de graduer l'instrument, qu'à mesure qu'on descend ce baromètre, la quantité totale de mercure diminue (celle qui tombe dans l'appendice devant être défalquée), tandis que la pesanteur & la quantité de la colonne de l'air augmente. Le rapport entre ces deux puissances varie donc par des degrés proportionnels. 3°. Pour faire usage de ce baromètre à appendice, il faut le descendre sans qu'il éprouve de secousses. Pour cet effet, on peut l'attacher à une corde très-unie, enveloppée sur un rouleau que l'on fera mouvoir doucement par une manivelle. M. de Lamanon a imaginé de fermer d'abord avec un bouchon la petite branche du syphon;

ce bouchon seroit assujetti par un ressort qui tendra à le soulever; enfin un poids pendant & attaché à une corde, contiendroit l'effort du ressort. Lorsqu'on descendra le baromètre ainsi préparé, l'air n'aura aucune action sur le mercure, tant que durera la descente; mais l'instrument étant parvenu au fond de la profondeur, le poids, appuyant à terre, perdra sa pesanteur; & le bouchon, cédant au ressort, sera soulevé, & alors le poids de l'air agira. Quand on retirera l'instrument de la profondeur, le ressort, pressant de nouveau sur le bouchon, refermera l'ouverture du baromètre, &c. 4°. On pourroit imaginer d'autres baromètres à petites appendices, ou à sachets, pour mesurer l'air dans des profondeurs inaccessibles, & qui seroient construits d'après le modèle des thermomètres à petites appendices inventées par MM. Jean Bernoulli & Krafft. On en voit la description & la figure dans la Dissertation sur la comparaison des thermomètres, par M. Vanswinden. Pour en avoir une idée, il suffit de concevoir qu'à la place de l'appendice supérieure de la dernière *figure* que nous venons de représenter, depuis le degré 29 jusqu'à l'extrémité du tube, on a soudé des petits tubes très-court le plus près possibles les uns des autres, à une ligne, par exemple, de distance. Il faudroit de plus que ce baromètre eût un grand réservoir, ou un appendice d'un fort diamètre attaché à sa cuvette.

Il est évident que si l'on descend un pareil instrument dans une profondeur quelconque, le mercure ne pourra monter dans le tube sans remplir les sachets, ou petites appendices: on voit aussi que le réservoir, fournissant toujours de ce fluide, la ligne de niveau seroit sujette à changer beaucoup, si on ne joignoit une appendice à ce réservoir. Après que l'instrument sera remonté, les sachets indiqueront la hauteur à laquelle se sera élevée la colonne de mercure, parce qu'ils en seront remplis eux-mêmes. Mais cette sorte d'instrument est d'une exécution difficile: car il faut rendre ces appendices très-petites, & les souder à la partie supérieure du tube très-près les unes des autres, à une ligne de distance, par exemple.

On peut *rendre propre à mesurer les hauteurs qu'on ne voudroit pas parcourir soi-même*, le second baromètre à appendice, qui est propre à mesurer la pesanteur de l'air dans les profondeurs inaccessibles. Pour cet effet, il suffit de souder au sommet de la petite branche du syphon, une appendice inclinée, & qui forme avec elle un angle qui peut être plus ou moins aigu. Pour éviter la confusion dans la figure de ce second baromètre à appendice, on a ponctué le contours de cette nouvelle appendice à la partie inférieure du baromètre.

Dans la mesure des hauteurs par le baromètre, le mercure fait des mouvemens inverses à ceux qu'il fait dans la mesure des profondeurs. Plus on élève l'instrument, plus le mercure descend. Lorsqu'on fait l'expérience avec ce nouveau baromètre, on doit verser du mercure dans la petite branche du syphon, jusqu'à ce qu'il se trouve au niveau de l'ouverture de l'appendice. Alors, si l'on fait transporter par quelqu'un cet instrument jusqu'au sommet d'une montagne, la grande colonne de mercure deviendra plus courte; le fluide, en descendant dans la petite branche du syphon, se rendra aussi-tôt dans l'appendice. La quantité de mercure qui y sera tombée indiquera à l'observateur, à qui l'on remettra l'instrument, la vraie pesanteur de l'air à la hauteur qu'on a voulu connoître. Pour empêcher les oscillations du mercure dans le transport de cet instrument, il suffira de fermer avec un piston l'ouverture du baromètre. La personne chargée de faire l'expérience, n'ouvrira le piston qu'à son arrivée au terme de sa station. Ensuite l'expérience étant faite, l'opérateur fermera de nouveau l'orifice du baromètre avant de descendre de la montagne.

Le troisième baromètre à appendice, est celui qu'on a nommé *baromètre mixte*; il a la double propriété de conserver la même ligne de niveau, & de mesurer la pesanteur de l'air dans les profondeurs inaccessibles. La *figure* 319 le représente. L'appendice supérieure dans ce baromètre est placée plus haut que dans celui de la *figure* précédente; elle est à quatre pouces au-dessus du degré 29 de l'échelle. L'appendice inférieure est placée comme dans la figure du premier baromètre à appendice; elle se recourbe de bas en haut à son extrémité, & son orifice doit être évasé, pour recevoir un bouchon. Le réservoir est prolongé perpendiculairement par un tube de six pouces au moins de hauteur, qui a un diamètre égal au diamètre du grand tube du baromètre. A A A, baromètre. B, appendice supérieure, placée à trente-trois pouces de hauteur. C, orifice recourbé de l'appendice inférieure. D, prolongement du réservoir, & son élévation perpendiculaire. D'après ce qu'on a dit jusqu'ici, on conçoit que l'appendice inférieure fait que ce baromètre conserve sa même ligne de niveau, & que son appendice supérieure le rend propre à mesurer la pesanteur de l'air dans les profondeurs inaccessibles. Pour être employé à ce second usage, il exige une légère préparation. Elle consiste à boucher l'édifice recourbé C de l'appendice inférieure, à verser ensuite dans le tube D, ou prolongement du réservoir, assez de mercure pour qu'il s'élève dans le baromètre jusqu'au niveau de l'appendice supérieure. Alors on opère avec cet instrument comme avec le baromètre précédent, puisqu'il n'en diffère plus essentiellement; c'est un vrai baromètre à syphon, comme lui.

Les baromètres à appendice sont de l'invention de M. Changeux, qui les a ainsi décrits dans les

Obſervations ſur la Phyſique, l'Hiſtoire Naturelle & les Arts, mai, 1783; & dans un Mémoire imprimé à part, qui parut la même année.

Des principales hypothèſes ſur les variations du baromètre. On a remarqué avec raiſon qu'il n'y avoit pas de matière en phyſique ſur laquelle il y eût plus de diverſité d'opinion, que ſur la cauſe des variations en hauteur de la colonne de mercure dans le baromètre.

1°. Paſcal rapporta les variations du baromètre à celles du poids de l'air atmoſphérique; il crut qu'ordinairement le mercure baiſſoit dans le beau temps & hauſſoit dans un temps froid ou chargé; & en cela il ſe trompa, car c'eſt le réſultat oppoſé qui eſt vrai. L'explication qu'il donna eſt qu'en général plus il y avoit de vapeurs dans l'air, plus le mercure devoit s'élever. M. Perrier chercha à modifier les idées de Paſcal, mais elles n'en devinrent pas plus conformes à la réalité. Cette première idée qu'on avoit eue fut encore adoptée & modifiée par le docteur Béal & par d'autres, comme on le voit dans les *Tranſactions philoſophiques* pour l'année 1666; ils regardèrent comme un fait général que le mercure deſcend plus après la pluie qu'il n'étoit deſcendu avant la pluie, à cauſe qu'après la chûte des vapeurs leur poids n'eſt plus joint à celui de l'air.

2°. M. Garcin rendit plus méthodique l'hypothèſe des phyſiciens dont nous venons de parler; & dans le *Journal helvétique*, années 1734 & 1735, attribua en général l'élévation du mercure dans le baromètre aux augmentations de volume, de poids, & de reſſort, que l'introduction des vapeurs produit dans l'air, & la deſcente du mercure à la chûte des pluies, qui occaſionne les effets contraires; mais l'obſervation journalière dément cette aſſertion; car, comme le remarque très-bien M. Deluc, la pluie, dans cette hypothèſe, ne doit jamais être plus prochaine que dans les temps où l'atmoſphère eſt chargée de vapeurs, & ce ſont ceux où M. Garcin croit que le mercure doit s'élever; au contraire le beau temps ne devroit jamais être plus ſtable que quand l'atmoſphère eſt privée de vapeurs, c'eſt-à-dire, ſuivant ce phyſicien, lorſque le mercure s'abaiſſe beaucoup dans le baromètre.

3°. Le docteur Garden penſa le premier, en 1685, que l'aſcenſion des vapeurs dans l'air, & l'augmentation de hauteur du mercure dans le baromètre étoient dues à l'augmentation du poids de l'air, & que la chute de la pluie, ainſi que la deſcente du mercure étoient produites par la diminution de ce poids. Pour expliquer les changemens de peſanteur ſpécifique de l'air, ce phyſicien ſuppoſe d'abord que l'air renferme dans ſes interſtices un fluide plus élaſtique & plus ſubtil, qui produit la cohéſion des corps, & dont les diverſes combinaiſons *avec l'air* opèrent les changemens qui arrivent dans ſa peſanteur ſpécifique. Mais cette ſuppoſition eſt bien gratuite, & ne fatisfait point, car il faudroit expliquer la cauſe du changement de ces combinaiſons, & comment celles-ci augmentent ou diminuent la peſanteur ſpécifique de l'air. Il ajoute encore, ſans aucun fondement, qu'il ſe fait des mélanges d'autres fluides avec l'air, d'où réſultent encore des changemens dans la peſanteur ſpécifique de l'air, &c. Cet auteur a encore avancé que lorſque l'air eſt plus chargé de vapeurs, & conſéquemment plus peſant il eſt moins tranſparent; & que quand le mercure eſt plus bas, l'air, alors plus léger, eſt auſſi plus pellucide, quoique parſemé de gros nuages. Mais ſelon les obſervations de M. Deluc, pour l'ordinaire l'air n'eſt jamais plus pur qu'après la pluie, & quand la hauteur du mercure eſt à ſon plus haut période; & au contraire, quand le mercure baiſſe ſenſiblement, l'air n'a plus la même tranſparence.

4°. M. Wallis a eu ſucceſſivement pluſieurs idées ſur ce ſujet. Il penſa d'abord que le mercure devoit s'élever, lorſque l'atmoſphère eſt chargée de vapeurs, & deſcendre quand ſes vapeurs ſe réſolvent en pluie. Il adopta enſuite la diminution de preſſion verticale par les vents; l'augmentation de reſſort & de preſſion de l'air par la chaleur, après, la dilatation de l'air renfermé dans le mercure, qui rend ainſi la colonne du baromètre plus longue; *voyez les tranſactions philoſophiques.* En l'année 1685, ce ſavant entreprit de réfuter l'hypothèſe de M. Garden, ſur l'aſcenſion des vapeurs dans un air plus peſant qu'elles, & leur chûte dans un air plus léger.

5°. Quoique la plupart de ceux qui s'étoient occupés de cet objet euſſent regardé généralement le poids de l'atmoſphère comme la cauſe principale des mouvemens du baromètre, & les altérations de l'air comme la cauſe accidentelle, cependant Liſter a penſé différemment, & a attribué toutes les variations du baromètre à des contractions & expanſions ſingulières du mercure, & les a regardées comme cauſées par le froid & par la chaleur.

Il dit avoir ſouvent remarqué que dans les orages, *&c.* quand le mercure eſt bas, il ſe diviſe & pouſſe en en haut des particules, qu'il appelle *des eſpèces de pellicules* ou *d'écorchures*; & il ſoutient que toutes les fois que le mercure deſcend, il eſt plus ou moins dégagé de ces pellicules: que dans ce mouvement les parties du mercure ſont reſſerrées enſemble, & que c'eſt par cette raiſon qu'il deſcend; que de plus il s'échappe alors de petites particules d'air, qui étoient ren-

fermées dans le mercure, & qui s'élevant dans la partie supérieure du tuyau; force le mercure à descendre, les colonnes en étant raccourcies par la sortie de ces particules, & par leur position dans la partie supérieure du tuyau : c'est pourquoi, ajoute-t-il, le mercure s'élève dans le temps très-froid à la même hauteur que dans le temps très-chaud, entre les deux tropiques, parce qu'il est dans son état naturel; & il baisse dans les degrés intermédiaires de chaud & de froid, parce qu'il est resserré, & que ses parties sont comme refoulées & comprimées ensemble. Mais ce sentiment ne rend pas de raison fort vraisemblable des phénomènes.

6°. Les variations de l'atmosphère doivent être regardées comme la cause de celles du *baromètre* : mais il n'est pas aisé de déterminer d'où viennent ces variations dans l'atmosphère, puisqu'il est difficile de trouver un seul principe dans la nature auquel on puisse rapporter des variations si grandes & si irrégulières. Il est probable que les vents qui soufflent de tel ou tel endroit les occasionnent, de même que les vapeurs & les exhalaisons de la terre : les changemens d'air dans les régions voisines, & même le flux & reflux que la lune occasionne dans l'air, peuvent y contribuer également.

7°. Cette dernière cause doit certainement entrer parmi celles qui produisent les variations du *baromètre* : mais son effet ne doit pas être fort considérable à cet égard, quoique l'action de la lune élève à une hauteur très-grande les eaux de l'Océan. Voici la raison de cette différence : supposons que l'eau s'élève en pleine mer à la hauteur de 60 pieds par l'action de la lune : qu'on mette à la place de l'Océan l'atmosphère ou tel autre fluide qu'on voudra, il est certain qu'il devra s'élever à-peu-près à la même hauteur; car l'atmosphère ayant moins de parties que l'Océan, il y aura, à la vérité, une moindre masse à mouvoir, mais aussi la force qui agite cette masse, en attirant chacune de ces parties, sera aussi plus petite en même raison. L'air s'élévera donc à la hauteur de 60 pieds en montant, & descendra au-dessous de sa hauteur naturelle de l'espace de 60 pieds, c'est-à-dire, qu'il variera en hauteur de 120 pieds en tout. Or, le mercure étant 11000 fois plus pesant que l'air, une variation de 120 pieds dans une colonne d'air, ne doit faire varier le mercure que d'environ deux lignes. C'est à-peu-près la quantité dont on trouve qu'il doit hausser sous l'équateur, dans la supposition que le vent d'est y fasse 8 pieds par seconde. Or comme il y a une infinité d'autres causes qui font varier le *baromètre*, il n'est pas surprenant que l'on n'ait pas distingué la petite variation que l'action du soleil & de la lune y peuvent produire en élevant ou en abaissant les colonnes de l'atmosphère. Cependant il seroit à souhaiter que les observateurs s'y rendissent attentifs dans la suite. *Rech. sur les vents*. Paris, 1746.

8°. Le savant Halley croit que les vents & les exhalaisons suffisent pour produire les variations du *baromètre*; & d'après cette opinion, il en a donné une explication probable : nous allons donner la substance de son discours sur ce sujet. 1°. Ce sont, dit-il, les vents qui altèrent le poids de l'air dans un pays particulier, & cela, soit en apportant ensemble & en accumulant une grande quantité d'air, & en chargeant ainsi l'atmosphère dans un endroit plus que dans l'autre, ce qui arrive lorsque deux vents soufflent en même-temps de deux points opposés; soit en enlevant une partie de l'air, & en déchargeant par-là l'atmosphère d'une partie de son poids, & lui donnant le moyen de s'étendre davantage; soit enfin en diminuant & soutenant, pour ainsi dire, une partie de la pression perpendiculaire de l'atmosphère, ce qui arrive toutes les fois qu'un seul vent souffle avec violence vers un seul côté, puisqu'on a expérimenté qu'un souffle de vent violent, même artificiel, rend l'atmosphère plus légère, & conséquemment fait baisser le mercure dans le tube qui se trouve proche de l'endroit où se fait ce souffle, & même dans un tube qui en est à une certaine distance. *Voyez transactions philosophiques*, n°. 292.

2°. Les parties nitreuses & froides, & même l'air condensé dans les pays du nord, & chassé dans un autre endroit, chargent l'atmosphère & augmentent sa pression.

3°. Les exhalaisons sèches & pesantes de la terre augmentent le poids de l'atmosphère & sa force élastique, de même que nous voyons la pesanteur spécifique des menstrues être augmentée par la dissolution des sels & des métaux.

4°. L'air étant rendu plus pesant & plus fort par les causes que nous venons de rapporter, devient plus capable de supporter des vapeurs, qui étant mêlées intimement avec lui & y surnageant, rendent le temps beau & serein; au contraire l'air étant rendu plus léger par les causes opposées à celles que nous venons de dire, devient hors d'état de soutenir les vapeurs dont il est chargé, lesquelles venant à se précipiter en bas, se ramassent en nuages, qui par la suite se réunissent en gouttes de pluie. Cela étant ainsi, il paroît assez évident que les mêmes causes qui augmentent le poids de l'air, & le rendent plus propre à soutenir le mercure dans le *baromètre*, occasionnent pareillement le beau temps & le chaud; & que la même chose qui rend l'air plus léger & moins capable de soutenir le mercure, produit les nuages & la pluie : ainsi, 1°. quand l'air est très-léger & que le mercure du *baromètre* est le plus bas, les nuées sont basses & vont fort vîte; & quand après la pluie

les nuages se dissipent & que l'air devenant calme & serein s'est purgé de ses vapeurs, il paroît extrêmement net, & on y peut voir des objets à une distance considérable.

2°. Quand l'air est plus grossier & que le mercure est haut dans le tube, le temps est calme, quoiqu'il soit en même-temps quelquefois un peu couvert, parce que les vapeurs sont dispersées également : s'il paroît alors quelques nuages, ces nuages sont hauts & se meuvent lentement; & quand l'air est très-grossier & très-lourd, la terre est ordinairement environnée de petits nuages épais, qui paroissent y être formés par les exhalaisons les plus grossières, que l'air inférieur est encore capable de soutenir : ce que ne peuvent plus faire les parties supérieures de l'air, qui sont trop légères pour cela.

3°. Ainsi, ce qui est cause qu'en Angleterre, par exemple, le mercure est au plus haut degré dans le temps le plus froid quand le vent est nord ou nord-est, c'est qu'alors il y a deux vents qui soufflent en même-temps, & de deux points à-peu-près opposés; car il y a un vent de sud-est constant, qui souffle dans l'océan atlantique à la latitude qui répond à l'Angleterre; à quoi on peut ajouter que le vent de nord y amène l'air froid & condensé des régions du nord.

4°. Dans les régions du nord la variation du mercure est plus sensible que dans celles du midi, les vents étant plus fréquens, plus violens, plus variables & plus opposés l'un à l'autre dans les pays septentrionaux que dans les méridionaux.

Enfin, il s'ensuit de-là qu'entre les tropiques la variation du mercure est très-peu sensible, parce que les vents y sont très-modérés, & qu'ils soufflent ordinairement dans le même sens.

Cette hypothèse, quoiqu'elle paroisse propre à expliquer plusieurs mouvemens du *baromètre*, n'est pas cependant à l'abri de toute critique : car 1°. si le vent est le seul agent qui produise ces altérations, il ne se fera pas d'altération sensible si le vent ne l'est pas, & il n'y aura jamais de vent sensible sans variation du mercure, ce qui est contraire à l'expérience.

2°. Si le vent est le seul agent, les altérations de la hauteur du mercure doivent être en différens sens dans les différens lieux de la terre, selon que le vent y souffle ou n'y souffle pas; ainsi, ce qu'un tube perdra à Londres, sera regagné sur un autre à Paris, ou à Zurich, *&c.* mais selon plusieurs Physiciens, on remarque le contraire : car dans toutes les observations faites jusqu'à présent, les *baromètres* de différens lieux, disent-ils, s'élèvent & baissent en même temps, de sorte qu'il faut qu'il y ait une égale altération dans le poids absolu de l'atmosphère, qui occasionne ces variations. Ce fait est-il bien vrai?

Enfin en omettant toute autre objection, la chûte du mercure avant la pluie, & son élévation après la pluie, semblent être inexplicables dans cette hypothèse; car en supposant deux vents contraires qui chassent les colonnes d'air qui sont au-dessus de Londres, tout ce qu'ils pourront faire, sera de couper une certaine partie de l'air qui est au-dessus de Londres : en conséquence il pourra arriver que le mercure baisse, mais il n'y a pas de raison apparente pour que la pluie s'ensuive. Il est vrai que les vapeurs pourront s'abaisser, mais seulement jusqu'à ce qu'elles viennent dans un air de la même pesanteur spécifique qu'elles; & arrivées là, elles y resteront sans descendre plus bas.

9°. Leibnitz a taché de suppléer au défaut de cette hypothèse, & d'en donner une nouvelle. Il prétend donc qu'un corps plongé dans un fluide, ne pèse avec ce fluide que pendant qu'il en est soutenu; de sorte que quand il cesse de l'être, c'est-à-dire, qu'il tombe, son poids cesse de faire partie de celui du fluide, qui par ce moyen devient plus léger. Ainsi, ajoute-t-il, les vapeurs aqueuses, pendant qu'elles sont soutenues dans l'air, augmentent son poids : mais quand elles tombent, elles cessent de peser avec lui, & le poids de l'air est diminué; le mercure baisse donc, & la pluie tombe. Mais le principe de Leibnitz est faux, comme il paroît par les expériences du docteur Desaguilliers. D'ailleurs, en supposant que les vapeurs par leur condensation sont forcées de descendre, & cessent de peser avec l'atmosphère, elles baisseront jusqu'à ce qu'elles arrivent à la partie de l'atmosphère, qui est de la même pesanteur spécifique qu'elles, &, ainsi que nous l'avons déjà dit au sujet de M. Halley, y resteront suspendues comme auparavant. Si le mercure baisse, ce sera seulement durant le temps de cet abaissement des vapeurs; car les vapeurs étant une fois fixées & en repos, la première pesanteur renaîtra, pour ainsi dire, ou si elle ne revient pas, au moins la pluie ne suivra pas la chûte du mercure.

10°. Quelques auteurs, pour expliquer ces mêmes variations, ont imaginé l'hypothèse suivante. Que l'on suppose un nombre de vésicules d'eau flottantes sur une partie de l'atmosphère, & sur une partie déterminée de la surface du globe terrestre; par exemple, sur *A B*, *fig.* 162; si les vésicules supérieures sont condensées par le froid des régions supérieures, leur gravité spécifique s'augmentera & elles descendront; la couche horisontale 1, par exemple, descendra à 2, 2 à 3, *&c.* là se rencontrant avec d'autres vésicules qui ne sont pas encore précipitées, elles s'amoncellent & se changent en

véficules plus grandes, comme il doit s'enfuivre des loix de l'attraction.

Si nous choififfons le vent pour agent, fuppofons qu'il fouffle horifontalement ou obliquement : dans le premier cas les véficules 8 feront chaffées contre 9, celles-ci contre 10, *&c.* dans le fecond cas, la véficule 7 fera chaffée contre 4, 8 contre 3, *&c.*, par ce moyen les particules s'augmenteront & formeront de nouvelles & de plus grandes véficules qu'auparavant; de forte que leur nombre, qui auparavant étoit, fi l'on veut un million, fera alors réduit, par exemple, à 100,000.

Mais la même réunion par laquelle leur nombre eft diminué, augmente en quelque manière leur pefanteur fpécifique; c'eft-à-dire, qu'il y a plus de matière fous d'égales furfaces : ce qui eft aifément prouvé par les principes géométriques; car dans l'augmentation de la maffe des corps homogènes, celle de la furface n'eft pas auffi grande que celle de la folidité : celle de la première eft comme le quarré du diamètre, & celle de l'autre, comme fon cube.

Or, lorfque la même quantité de matière fe trouve fous une moindre furface, elle doit perdre moins de fon poids par la réfiftance du milieu : car il eft évident qu'un corps qui fe meut dans un fluide, perd une partie de fa pefanteur par le frottement de fes parties contre celle du fluide. Or ce frottement eft évidemment en raifon de la furface; c'eft pourquoi la furface devenant moindre à proportion de la maffe, la réfiftance l'eft auffi : conféquemment les véficules, dont la pefanteur, avant la jonction, étoit égale à la réfiftance du milieu, trouvant cette réfiftance diminuée, defcendront avec une vîteffe proportionnelle à la diminution réelle de leur furface.

Quand elles defcendent & qu'elles arrivent aux parties plus groffières de l'atmofphère, par exemple, aux points 4 & 5, &c., leur maffe & leur furface font augmentées par de nouvelles réunions; & ainfi par de nouvelles & conftantes augmentations, elles deviennent de plus en plus capables de furmonter la réfiftance du milieu, & de continuer leur chûte à travers toutes les couches de l'air, jufqu'à ce qu'elles atteignent la terre; leur maffe étant alors exceffivement groffie, forme des gouttes de pluie.

Maintenant dans la defcente des vapeurs, il faut confidérer comment le baromètre eft affecté par cette defcente. Avant qu'aucune des véficules commence à baiffer, foit par l'action du froid, ou par celle du vent, elles nagent toutes dans la partie de l'atmofphère A B C D, & pèfent toutes vers le centre E. Or, chacune d'elles demeurant refpectivement dans une partie du milieu, qui eft d'une pefanteur fpécifique égale, perdra une partie de fon poids égale à celle d'une partie du milieu qui auroit le même volume; c'eft-à-dire, que chacune d'elle perdra toute fa pefanteur; mais alors cette pefanteur qu'elles auront perdue, fera communiquée au milieu qui preffera fur la furface de la terre A B, avec fon propre poids joints à celui de ces véficules. Suppofez alors que cette preffion conjointe agiffe fur le mercure élevé dans le baromètre à 30 pouces, par la réunion des véficules, faite comme nous avons dit ci-deffus, leur furface, & conféquemment leur frottement font diminués : c'eft pourquoi elles communiqueront moins de leur pefanteur à l'air, c'eft-à-dire, une partie moindre que tout leur poids, & conféquemment elles defcendront avec une vîteffe proportionnelle à ce qui leur refte de pefanteur, ainfi qu'on vient de le dire. Or, comme les véficules ne peuvent agir fur la furface de la terre A B que par la médiation de l'air, leur action fur la terre fera diminuée en même proportion que leur action fur le milieu; d'où il eft évident que la furface de la terre A B fera alors moins preffée qu'auparavant : & plus les véficules garderont de leur poids qu'elles n'auront point communiqué au milieu, plus elles accéléreront leur propre defcente; c'eft-à-dire, que la vîteffe de l'abaiffement des véficules ira toujours en augmentant. En effet, quand les véficules defcendent, la maffe augmente continuellement, & au contraire, la réfiftance du milieu & la preffion fur la terre diminuent, & le mercure baiffera par conféquent pendant tout le temps de leur chûte. De là il eft aifé de concevoir que les véficules qui ont une fois commencé à tomber, continuent; que le mercure commence à tomber en même-temps, & qu'il continue & ceffe en même-temps qu'elles.

On peut faire une objection contre ce fyftême; favoir, que les véficules étant mifes en mouvement, & heurtant contre les particules du milieu, rencontrent une réfiftance confidérable dans la force d'inertie du milieu, par laquelle leur defcente doit être retardée, & la preffion de l'atmofphère rétablie. On peut ajouter que la preffion additionnelle fera plus grande à proportion de la vîteffe de la chûte des véficules, une impulfion forte étant requife pour furmonter la force d'inertie des particules contiguës du milieu.

Mais les partifans de l'opinion que nous rapportons, croyent pouvoir renverfer cette objection par la raifon & l'expérience : car, difent-ils, outre que la force d'inertie de l'air peut être très-foible à caufe de fon peu de denfité, nous voyons que dans l'eau, qui eft un milieu fort denfe & non élaftique, un morceau de plomb, en defcendant à travers le fluide, pèfe confidérablement moins que quand il y eft foutenu en repos; cependant ce fait eft nié par Mufchenbroeck.

Nous avons cru devoir rapporter assez au long cette explication qui, quoiqu'ingénieuse, n'a pas à beaucoup près, toute la précision qu'on pourroit désirer. Mais dans une matière si difficile, il ne nous reste presqu'autre chose à faire, que d'exposer ce que les philosophes ont pensé. [Voyez une dissertation curieuse de M. de Mairan, sur ce sujet, Bordeaux, 1715].

11°. M. de la Hire, qui fut chargé, depuis le commencement du siècle jusqu'en 1719, des observations météréologiques dans l'académie des sciences, eût encore recours aux vents pour expliquer les variations du baromètre. Le baromètre s'élevant en général moins haut entre les Tropiques que dans les pays septentrionaux, il conjectura que la figure de l'atmosphère est un sphéroïde allongé dont le grand axe coïncide avec celui de la terre, & admit des transports d'air du nord au sud & du sud au nord. « Comme par-tout où il y a de l'air, dit-» il, il peut y avoir des vents, si le même vent » règne dans toute la masse de l'air, & qu'il vienne » du midi, il abaissera la hauteur de l'atmosphère » dans ces pays-là ; & au contraire, s'il vient du » septentrion, il s'élévera. Mais aussi comme les » vents du midi nous apportent de la pluie, il » s'ensuivra qu'il doit pleuvoir quand l'air paroîtra » léger ; tout le contraire arrivera de l'autre côté. » C'est en général ce qui doit suivre de cette sup-» position ; mais si le vent de midi ne règne que » sur la surface de la terre, & qu'il y ait un » vent de nord dans la partie supérieure, il pourra » pleuvoir quoique l'air paroisse fort pesant, & » par une raison contraire il pourra faire un temps » fort serein avec un vent de nord, & le baro-» mètre étant fort bas ; car nous ne pouvons obser-» ver que les vents qui sont fort proche de la » terre ».

Cette hypothèse qui paroît simple ne soutient pas un examen approfondi. La figure de l'atmosphère n'est point celle d'un sphéroïde alongé par les poles, mais celle d'un sphéroïde applati ; parce que telle est la figure de la terre même, & que les causes qui ont agi sur celle-ci pour lui imprimer cette forme particulière, ont été encore plus puissantes sur l'atmosphère. D'un autre côté, le peu de variations du baromètre sous l'équateur, est absolument contraire à ces transports d'air ; car il est constant que la variation du baromètre dans la Zone Torride est très-petite, elle n'y passe pas une ligne & un quart dans toute l'année, ainsi qu'il résulte des observations que M. de la Condamine a faites à Quito pendant plus d'un an : d'autres physiciens ont également confirmé cette vérité dans d'autres contrées de la Zone Torride. Mais dans le systême de M. de la Hire, les moindres variations du baromètre devroient être dans nos climats, & les plus grandes entre les tropiques comme aux poles, &c.

12°. M. Mariotte a cherché aussi à expliquer les changemens du baromètre par l'action des vents. Son opinion est exposée dans son discours sur la nature de l'air, imprimé en 1617, & dans ses Œuvres.

13°. M. Garsten publia, en 1733, à Francfort, un ouvrage sur la cause des variations du baromètre par les vents, d'une manière opposée à celle de M. Halley. Celui-ci pensoit que l'effet des vents contraires étoit d'augmenter le poids de l'air en le condensant, & celui-là croit que cette même cause doit diminuer le poids de l'air en le dilatant. M. Garsten a tâché de fonder son hypothèse sur une nouvelle théorie de la propagation des vibrations tremblantes dans une suite de corps élastiques contigus, & de faire ensuite l'application de ce principe aux variations du baromètre, &c. ; mais l'observation des phénomènes est opposée à cette opinion.

14° M. le Cat a imaginé une cinquième manière d'expliquer les variations du baromètre par le moyen des vents, & il a fondé son hypothèse sur la différence de l'air apporté par le nord-est & par le sud-ouest. « Le vent est nord-est, dit-il, nous apportant un air du nord très-dense, & pareil à celui qui fait tant monter le mercure en Suède, doit produire le même effet chez nous ; & le vent sud-sud-ouest au contraire, nous apportant un air de l'équateur, doit faire baisser le mercure, comme [on le voit arriver dans ces climats brûlans ; & ainsi des autres vents situés entre les deux premiers.... S'il ne régnoit jamais qu'un vent à la fois, les hauteurs du baromètre seroient régulièrement les mêmes pour chaque espèce de vent ; mais un vent unique est très-rare. La plupart du temps il en regne plusieurs ensemble dans les différentes couches de l'atmosphère ; & c'est de leur combinaison que résultent les températures mixtes de l'air, & l'irrégularité des variations du baromètre ». Mais les différences de la température de l'air ne sont pas la cause principale des variations du baromètre ; elles ne peuvent en produire qu'une très-petite partie, ainsi qu'on le prouvera en parlant de l'effet de la chaleur sur le baromètre. D'ailleurs, selon l'hypothèse de M. le Cat, le baromètre, le mercure devroit baisser dans le baromètre à mesure que l'air deviendroit plus chaud, & par conséquent moins dense. Cet instrument devroit donc être toujours fort haut en hiver, & fort bas en été, ce qui est contraire à l'expérience.

15°. M. Woodward, pour expliquer les variations du baromètre, a soutenu que l'air avoit plus de poids étant chargé d'une plus grande quantité de vapeurs & d'exhalaisons ; que l'eau des pluies venoit de la terre, d'où elle sortoit pour s'élever dans l'atmosphère ; que pendant son ascension cette eau ne faisoit point sentir son poids, & ne pressoit point l'air ; & que ce mouvement d'ascension étant opposé

opposé à celui de pression, que l'air atmosphérique exerce sur la surface de la terre, cette pression de haut en bas sur le mercure devoit en être conséquemment diminuée, & son abaissement en résulter. Après cette élévation des vapeurs, leur poids ajouté à celui de l'air conspire à augmenter la pression de l'atmosphère de haut en bas. Cette hypothèse, liée avec le systême de M. Woodward, sur l'origine & l'organisation du globe de la terre, porte sur la même base, que la terre est un globe creux, rempli d'eau, &c. Ce systême a été victorieusement réfuté par plusieurs savans, & entr'autres par M. de Buffon; & cet objet est étranger à celui de ce dictionnaire. Il suffit ici de faire observer que les vapeurs forcées de s'élever par la chaleur souterraine jusqu'à la superficie de notre globe, & après avoir traversé une certaine épaisseur de terres différentes, n'auroient pas conservé assez de force pour soutenir en certains temps la quatorzième partie de son poids, &c.

15°. Il faut peut-être rapporter ici l'opinion suivante d'un italien : la cause qui, avant la pluie, produit un changement dans la pesanteur de l'air, est, selon M. Pignotti (*conjetture meteorologiche*), professeur de physique à Pise, le mélange de certaines exhalaisons qui s'élèvent alors de la terre. « Cette chaleur étouffante de l'air, qui précède la pluie, indique une fermentation souterraine. Les exhalaisons qu'on voit en plusieurs endroits, & la respiration plus difficile des animaux, comme lorsqu'ils sont exposés à un air impregné de la vapeur des corps enflammés ou qui fermentent, indiquent la présence d'une semblable vapeur. Enfin, comme l'observe Woodward, les mineurs qui se trouvent quelquefois à des profondeurs considérables, au-dessous de la surface de la terre, prévoient la pluie par la chaleur extraordinaire qu'ils sentent dans les minières, & par une vapeur chaude qui, en s'élevant, obscurcit la lumière des chandelles ou lampes, dont ils se servent pour travailler. Toutes ces observations réunies nous font voir, dit-il, que, quand la pluie est sur le point de tomber, il sort de la terre une exhalaison qui, se mêlant avec l'air, en altère la qualité & le rend nuisible.

16°. M. de Mairan, dans une dissertation couronnée à l'académie de Bordeaux, en 1715, sur la cause des variations du baromètre, l'a attribuée à l'état de l'air, quant au mouvement & au repos. L'air en repos, pèse sur la terre autant qu'il peut y peser; & dès qu'il se meut, sa pression diminue plus ou moins, suivant la vîtesse du courant & sa direction qu'il suppose n'être jamais de haut en bas. Les vents étant les plus sûrs indices du mouvement de l'air, c'est par eux que cet illustre académicien explique particulièrement les changemens de hauteur du mercure dans le baromètre. Cette hypothèse a beaucoup de rapport avec celle de Halley, qu'on a exposée ci-dessus avec un détail suffisant.

17°. On a déjà vu que les premiers physiciens qui s'occupèrent de la cause des variations du baromètre, avoient regardé comme un principe général, que le mélange des vapeurs avec l'air augmente son poids, & qu'après leur chûte il diminue. En conséquence, ils crurent voir que la plus grande hauteur du mercure étoit un signe de la pluie : l'observation la plus constante ayant démontré le contraire, on changea de principe, & plusieurs pensèrent alors que les vapeurs étoient soutenues dans l'air quand leur pesanteur spécifique étoit moindre que la sienne, & qu'elles retomboient quand le rapport de ces pesanteurs spécifiques étoit opposé. Conduits par cette idée, dit M. Deluc, ils cherchèrent les causes de ces changemens de pesanteur relative, & de là naquirent les divers systêmes qu'on vient de rapporter. Mais l'ascension des vapeurs par leur légèreté ne fut pas généralement admise. Le docteur Vallis l'a contestée; & Voodward eut recours à une impulsion des vapeurs contre l'air, pour expliquer les phénomènes du baromètre. Plusieurs physiciens ont écrit depuis lors, pour prouver que les vapeurs, malgré leur ascension, restent toujours spécifiquement plus pesantes que l'air, comme les molécules des métaux restent spécifiquement plus pesantes que les menstrues dans lesquels ils sont soutenus par la dissolution.

18°. M. Hamberger, dans ses élémens de physique, a soutenu que les vapeurs ne peuvent devenir par elles-mêmes plus légères que l'air, étant essentiellement d'une pesanteur spécifique plus grande que celle de l'air, & conséquemment qu'elles ne peuvent s'élever dans l'atmosphère par l'excès de pesanteur de l'air atmosphérique sur elles. Il a ensuite attribué la formation des vapeurs à une espèce de dissolution de l'eau par l'air à la façon des menstrues, & leur ascension au mouvement des particules ignées qui se portent vers l'air plus froid que l'eau, & qui passent de la partie inférieure de l'atmosphère à la supérieure, lorsque celle-ci est moins chaude que la première. Suivant cet auteur, ces particules de feu entraînent celles de l'eau par le mouvement qu'elles leur impriment, quoique les dernières soient plus pesantes que l'air : il en donne pour preuve les globules qu'on voit s'élancer hors des liqueurs qui sont prêtes à bouillir. Ces particules d'eau en montant avec rapidité par l'impulsion des molécules ignées, heurtent à leur tour contre l'air dont elles suspendent ainsi la pression sur la terre : le baromètre doit donc baisser pendant cette ascension. On verra ce qu'il faut penser du fondement de cette opinion, lorsqu'on traitera des causes de l'élévation des vapeurs dans l'atmosphère. D'ailleurs, comment concevoir que des particules d'eau imperceptibles à l'œil le plus perçant, soient lancées

par le feu jusqu'au dessus des plus hautes montagnes; & si elles se meuvent lentement, comment peuvent-elles exercer contre l'air une action suffisante pour diminuer sensiblement l'effet de son poids?

19°. L'élasticité de l'air a aussi joué un rôle parmi les causes qu'on a imaginées au phénomène qui nous occupe. Quelques physiciens ont cru que les variations du baromètre étoient produites par des changemens dans l'élasticité de l'air; le ressort de l'air diminuant, l'abaissement du mercure dans le baromètre doit avoir lieu. Selon plusieurs d'entre eux, la cause de cet affoiblissement de l'élasticité de l'air vient des exhalaisons sulphureuses. Mais comme M. Deluc l'a très bien remarqué, quelle que soit la cause qui affoiblit le ressort de l'air, si elle ne diminue pas en même-temps sa pesanteur spécifique, elle doit produire un effet absolument contraire sur la hauteur du mercure; car le ressort de l'air étant affoibli, son volume doit nécessairement diminuer l'air voisin, pour rétablir l'équilibre, & se porte nécessairement dans le lieu où l'air s'est ainsi condensé par le rapprochement de ses parties, qui par la supposition ne tendent plus à s'écarter avec la même force.

20°. M. Daniel Bernoulli a imaginé que l'air renfermé dans les grandes cavités de la terre, & même dans ses pores, fait partie de l'atmosphère libre; qu'il agit par le moyen de la chaleur interne de la terre, & que la sortie de cet air fait monter le mercure, & réciproquement; parce que cet air dilaté par la chaleur, se joignant à l'air extérieur, augmente sa pression sur le baromètre. La diminution de hauteur du mercure est, suivant lui, l'effet de la même cause qui agit en sens contraire; c'est à-dire, que si la chaleur diminue, l'air intérieur se condense, & l'atmosphère s'abaissant alors pour remplir les cavités, il ne presse plus autant sur le mercure du baromètre.

L'hypothèse de M. Bernoulli suppose de grandes variations de chaleur dans les entrailles de la terre; mais l'expérience prouve au contraire que la température de notre globe est toujours sensiblement la même. Toutes les expériences du thermomètre faites à de grandes profondeurs le prouvent incontestablement. *Voyez* l'article TEMPÉRATURE *des caves de l'Observatoire de Paris*, & THERMOMÈTRE *de température*. Si ces grandes variations de chaleur & conséquemment de dilatations & de condensations avoient lieu, elles seroient sensibles à la surface de la terre; on y appercevroit des courans d'air qui s'ouvriroient des passages, sur-tout lorsque dans l'espace de peu de jours le baromètre variant de deux pouces, la quatorzième partie de l'atmosphère sortiroit des entrailles de la terre ou s'y précipiteroit. D'un autre côté, le baromètre devroit, dans les principes de M. Bernoulli, monter par la chaleur; & c'est le contraire qui arrive. Ajoutons que cette hypothèse n'indique pas la liaison des changemens de temps avec les variations du baromètre, car cet air renfermé dans les cavités de la terre, peut éprouver des condensations & des dilatations, sans que la pluie ou la sérénité de l'air en résulte.

21°. Muschenbroek, pour expliquer les variations du baromètre, a réuni la plupart des hypothèses qu'on vient d'exposer; mais ce projet n'est pas heureux; car il est sujet à un grand nombre des inconvéniens qu'on a relevés, dans chaque opinion particulière.

22°. Afin de fixer la mémoire sur ce grand nombre de causes qui ont été imaginées successivement par les divers physiciens, il est peut-être à propos d'en présenter une espèce de tableau. Ces principales causes sont donc : l'augmentation de l'atmosphère par l'introduction des vapeurs, & sa diminution par leur chûte : les variations de la chaleur : les changemens de pesanteur spécifique de l'air : l'accumulation ou la dispersion de l'air, produites par des vents contraires : la différence de pression verticale de l'air en mouvement ou en repos : des variations dans l'élasticité de l'air, auxquelles on a prétendu que la hauteur du baromètre étoit directement proportionnelle : des contractions & dilatations dans le mercure même : des vibrations produites dans les particules d'air par les vents : les transports de l'air du sud au nord & du nord au sud : l'inclinaison plus ou moins grande des vents, par rapport à la surface de la terre : le choc des vapeurs contre l'air quand elles montent, & la cessation de ce choc quand elles sont en repos : la diminution du poids de l'air quand la pluie tombe : une agitation occasionnée dans l'air par les vapeurs : l'augmentation de l'atmosphère produite par la sortie de l'air renfermé dans les entrailles de la terre, & sa diminution dans le cas opposé.

Il nous a paru utile de ne pas se contenter de donner cette simple indication, mais une notice suffisamment détaillée, des diverses hypothèses que les physiciens ont imaginées pour expliquer les variations du baromètre, comme on l'a fait plus haut. Ceux qui désireront encore plus de détail & d'étendue, pourront avoir recours à l'ouvrage sur les *modifications de l'atmosphère*, de M. Deluc. La plupart de ces sentimens sont presque oubliés, mais on aime à connoître l'histoire des recherches & des efforts que l'esprit humain a faits en divers temps, pour surmonter les difficultés qui se présentoient à lui. Une discussion de ces opinions sert à parvenir au but avec plus de sûreté, en apprenant à s'éloigner des routes de l'erreur, souvent très-séduisantes; c'est ce qu'on a pu remarquer ci-dessus par les réfutations de quelques-unes de

ces hypothèses qui présentoient un air de simplicité & une apparence de vérité bien capable de faire illusion. Telle est en particulier l'hypothèse de Leibnitz dont on a lu un précis.

Leibnitz, pour expliquer la cause des variations du baromètre, avoit imaginé cette loi ci : un corps étranger qui est dans un liquide pèse avec ce liquide, & fait partie de son poids total, tant qu'il y est soutenu; mais il cesse de l'être, & tombe par conséquent, son poids ne fait plus partie du poids du liquide, qui par-là vient à peser moins; pour la prouver il invoquoit l'expérience. « Il faut, dit-il, attacher aux deux bouts d'un fil deux corps, l'un plus pesant, l'autre plus léger que l'eau, & tel que tous deux ensemble ils flottent dans l'eau; les mettre dans un tuyau plein d'eau, suspendre ce tuyau à une balance où il soit exactement en équilibre avec un poids, & ensuite couper le fil où sont attachés les deux corps de pesanteur inégale, ce qui obligera le plus pesant à tomber. Alors le tuyau ne sera plus en équilibre, mais le poids qui lui étoit égal l'emportera & le fera monter, parce que le fond de ce tuyau le fera monter ». Cet illustre physicien appliquoit ensuite cette théorie aux variations du baromètre, ainsi qu'on l'a vu ci-dessus. On ne peut rien imaginer de plus séduisant, sur-tout si on se rappelle que cette expérience réussit aussi entre les mains de M. de Réaumur, que l'académie avoit chargé de la répéter. Mais quelqu'ingénieuse que soit cette idée, elle ne peut s'appliquer à l'objet proposé; & M. Leibrits s'est trompé en confondant la pression d'un liquide sur chaque partie du vase qui le renferme avec la pression du vase sur l'appui qui le soutient. La première de ces pressions est toujours égale, quelles que soient la position & la pesanteur spécifique du corps étranger que le liquide renferme; la seconde varie suivant les cas. Je ne connois rien de mieux sur ce sujet que la discussion très-détaillée que M. Deluc en a fait dans ses *recherches*, page 97 jusqu'à 108; ouvrage excellent, dont nous avons tiré une partie notable de ce qui a rapport à l'objet présent.

23°. M. Deluc pense que l'introduction des vapeurs dans l'air produit une diminution dans la pesanteur spécifique de ce fluide, & conséquemment dans le poids absolu des colonnes de l'atmosphère, qui, malgré ce mélange, restent d'une hauteur égale à celle des colonnes d'air pur. En admettant ce principe, dit-il, on conçoit que le mercure doit s'élever dans le baromètre quand l'air devient sec & serein, puisqu'alors son poids augmente : l'abaissement du mercure doit au contraire présager la pluie, puisqu'elle est produite par les vapeurs qui en même-temps diminuent le poids de l'air.

La résistance que l'air oppose à la séparation de ses parties, fait obstacle à l'ascension des vapeurs, lorsque les molécules de celles-ci ont trop peu de légèreté spécifique pour surmonter la résistance de l'air. C'est ce qu'on observe dans les particules d'air qui restent engagées dans le mercure, & sur-tout entre le mercure & le verre, & qu'on en fait sortir lorsque le mercure bout. Plusieurs bulles d'air se réunissant, & leur surface totale diminuant par ce moyen, elles se dégagent avec plus de facilité, & s'élèvent. Les vapeurs qui montent dans l'atmosphère, éprouvant de la résistance, y sont donc aussi arrêtées plutôt que ne l'exigeroit leur pesanteur spécifique considérée seule : par conséquent l'air renferme alors un fluide spécifiquement moins pesant que lui; d'où il suit qu'une colonne d'air qui renferme des vapeurs, doit moins peser que les autres colonnes, & que par-tout où les vents portent une grande quantité d'air mêlé de vapeurs, le baromètre doit baisser.

Après une pluie forte qui a duré tout un jour, on n'a guère au-delà d'un pouce d'eau, ce qui fait à-peu-près l'équivalent d'une ligne de mercure. Par conséquent c'étoit-là toute l'addition de poids qu'avoient reçue les colonnes d'air qui renfermoient la matière de la pluie. Mais cette petite quantité d'eau, réduite en vapeur qui augmente peu la masse de l'atmosphère, augmente beaucoup le volume des colonnes où elle monte. Ces colonnes se versent sans cesse sur leurs voisines; & comme la matière qui leur reste est spécifiquement moins pesante que l'air pur, elles pèsent moins que celles qui sont composées de cet air, dont le poids augmente encore par l'addition de la matière qui leur vient des colonnes que les vapeurs pénètrent. *Rech. sur les modif. de l'athm.*

24°. Cette multiplicité d'hypothèses, imaginées pour expliquer le phénomène proposé, savoir, l'élévation du mercure dans le beau temps, & son abaissement aux approches de la pluie, prouve que la cause n'en est pas connue, & qu'elle sera long-temps difficile à assigner. Au milieu des obstacles qui se présentent de toutes parts, me seroit-il permis de rapporter ici un petit précis de l'explication que je donne de ce phénomène dans mes cours, moins pour dévoiler cette espèce de mystère de la nature, que pour fixer l'imagination de ceux qui veulent apprendre la physique; elle me paroît simple & naturelle.

La pesanteur de l'air étant la cause physique & mécanique de ce qui soutient en équilibre la colonne de mercure contenue dans le baromètre, il faut attribuer aux variations de cette cause celles des effets. L'élévation plus grande du mercure doit donc dépendre d'une plus grande pesanteur de l'air, comme son abaissement d'un poids plus petit dans la colonne d'air qui lui fait équilibre. Une observation constante ayant montrée qu'en général dans

le beau temps le mercure s'élève & se soutient plus haut que dans le mauvais temps, aux approches duquel il baisse, on ne peut s'empêcher de convenir que la colonne d'air qui est en équilibre avec la colonne barométrique, ne soit plus pesante dans le beau temps que dans le mauvais temps. S'il y a plus de parties aqueuses dans le beau temps que dans celui qui est disposé à la pluie, certainement la colonne d'air atmosphérique qui presse la surface du mercure, sera plus pesante, puisqu'à son propre poids sera ajouté celui de l'excès des vapeurs. Or, la quantité des molécules aqueuses qui existent dans l'atmosphère, est plus considérable dans le beau temps que dans celui qui ne l'est pas. Quoique cette proposition ait l'air d'un paradoxe, elle n'en est pas moins appuyée sur des raisons qui semblent satisfaisantes. On attribue communément à l'air une puissance dissolvante de l'eau, & cette faculté est plus grande, sans contredit, dans le beau temps. Une certaine combinaison jointe à un certain degré des différentes qualités de l'air, contribue beaucoup à donner plus d'intensité à sa vertu dissolvante; un air sec, chaud, élastique, plus agité par le mouvement de fluidité, & par celui des zéphirs & des vents légers, contenant plus de calorique combiné avec le fluide électrique, &c. &c. Cet air, doué de ces qualités à un plus haut degré, sera bien plus capable de dissoudre les vapeurs; il sera donc plus pesant, pressera davantage le mercure, & le soutiendra plus haut dans le beau temps, où l'expérience prouve que l'air jouit de cette réunion de qualités.

Quoique dans le mauvais temps la transparence de l'air soit troublée & beaucoup moindre que dans un temps serein, on ne doit pas en conclure que dans celui ci il y ait moins de vapeurs répandues dans l'air que dans celui là; car il faut soigneusement distinguer la dissolution des vapeurs, d'avec leur suspension dans l'air. Dans un temps serein, il y a un nombre considérablement plus grand de molécules aqueuses, dissoutes dans l'air, & à une plus grande hauteur dans l'atmosphère, que dans celui qui n'est pas serein. Or, cet excès de molécules pesantes doit augmenter le poids de la colonne atmosphérique; mais dans le mauvais temps, il y a plus de molécules aqueuses suspendues dans la partie de l'atmosphère voisine de la surface de la terre; & ce sont ces molécules suspendues & non dissoutes qui troublent la transparence de l'air; quoiqu'elles soient en moindre nombre que les molécules dissoutes par l'air dans un temps serein. Le préjugé dans lequel sont beaucoup de personnes qui s'imaginent que dans le mauvais temps il y a plus de parties aqueuses dans l'atmosphère que dans un temps serein, vient de ce qu'ils ne considèrent alors que les vapeurs suspendues près de la terre, sans faire attention à la quantité considérable de molécules aqueuses, vraiment dissoutes pendant un beau temps à une grande hauteur dans l'atmosphère, & qui sont notablement plus nombreuses que celles qui ne sont que suspendues.

Si quelqu'un avoit de la peine à concevoir ce qu'on vient de dire, on lui rappelleroit qu'un sel dissous dans l'eau n'en trouble pas la transparence; mais que des particules salines grossièrement pulvérisées, jettées dans l'eau & agitées pendant un instant, lui font perdre sa limpidité, quoique dans ce dernier cas la quantité de sel soit beaucoup moindre que celle qui est dissoute dans le premier. Cette expérience est facile à faire, & elle m'a paru toujours produire une grande impression sur tous ceux qui assistent à mes cours publics de physique. Je met dès la veille dans un vase de verre, rempli d'eau, une quantité de sel que je fais dissoudre jusqu'à parfaite saturation, & cette eau est très-transparente. Au moment de l'expérience, le lendemain, je jette dans un autre vase semblable le quart de la quantité de sel employé dans la première expérience, j'agite un peu l'eau pour que le mélange ait lieu, & l'eau a perdu sensiblement sa transparence. Dans cette expérience le rapport du sel est à la première comme 1 à 4. Quelle ne seroit pas l'erreur de ceux qui, jugeant par la simple inspection, s'imagineroient qu'il y a plus de sel dans l'eau du second vase que dans celle du premier! Eh bien! l'erreur est la même pour ceux qui pensent que dans un temps disposé à la pluie, il y a plus de vapeurs dans l'air que dans un temps serein, parce que la transparence de l'air est troublée dans la première circonstance.

Souvent n'observe-t-on pas de grandes pluies après une très-longue sérénité? Cet immense amas d'eau qui tombe alors est une preuve sans replique, que dans un temps serein il y avoit dans l'atmosphère une quantité très-considérable d'eau dissoute. Je pourrois étayer par d'autres observations de ce genre cette vérité; mais il n'est personne à l'esprit de qui elles ne se présentent facilement.

On ne sera donc pas surpris qu'en hyver, comme en été, & dans toutes les saisons, le baromètre ne s'élève plus haut dans un temps serein que dans celui qui ne l'est pas, parce que la combinaison des qualités de l'air favorables à sa vertu dissolvante, peut exister dans ces divers temps, & qu'il peut y avoir des compensations dans l'intensité réciproque de quelques-unes de ces qualités qui produisent le même effet; par exemple, si dans l'hiver il y a moins de chaleur qu'en été, il y a aussi plus de ressort dans l'air, &c. &c.

De l'effet que la chaleur produit sur le baromètre. M. Amontons est le premier qui ait pensé que la pesanteur spécifique du mercure dans le baromètre devoit varier suivant les divers degrés de température, & qui en conséquence ait cherché les moyens de corriger les influences de ces variations sur cet instrument. Il trouva d'abord que *le mercure augmente son volume d'environ $\frac{1}{115}$ du grand chaud au grand froid à Paris.* Sur ce

principe, il forma une table des corrections de la hauteur du mercure, correspondantes aux divers degrés du thermomètre. *Mém. de l'acad. des sc.* 1704. Ce principe est incontestable, quoiqu'il ait été nié par M. de la Hire & par quelques autres physiciens après lui : leur erreur venoit de ce que leurs observations ont été faites sur des baromètres qui avoient été chargés à froid, & qui d'ailleurs avoient d'autre défauts, *v. g.* celui de n'être pas calibrés, de sorte qu'il y avoit des compensations. L'air qui est au haut d'un baromètre dont le mercure n'a pas bouilli, se raréfie par la chaleur, & peut faire descendre le mercure, tandis qu'il auroit dû monter par un effet de cette raréfaction. L'expérience a prouvé ces vérités sur plusieurs baromètres défectueux; & de plus elle a constamment démontré que dans une chambre échauffée par degrés, les baromètres purgés d'air par le feu, montent uniformément, tandis que d'autres non purgés d'air descendent sans aucun accord, & qu'il y en a même qui ne font appercevoir presqu'aucune variation.

On fut cependant dans la suite convaincu que le mercure étant dilatable par la chaleur, comme tous les autres corps, n'étoit pas toujours d'une égale pesanteur spécifique; & que par conséquent, à poids égal de l'atmosphère, la colonne du baromètre devoit être plus ou moins longue, suivant le degré de chaleur dont elle est affectée. Mais la route qu'on tint d'abord pour déterminer les effets de cette cause produisit des erreurs, car on chercha simplement, quelle est la proportion dans laquelle le mercure se dilate pour une augmentation de chaleur donnée; &, ainsi que le remarque M. Deluc, on transporta au baromètre ce qui ne pouvoit convenir qu'au mercure considéré en lui-même, ne réfléchissant pas que sa dilatabilité se combinoit avec d'autres causes, pour produire l'effet dont il est question.

Pour réussir il étoit nécessaire de faire ces recherches sur le baromètre même; car dans des vases, ou des tubes différens, le mercure a un point d'appui fixe, & par conséquent ne peut s'étendre que vers l'endroit où il n'est pas retenu, &c.; & de plus le peu d'air qui reste au haut du baromètre, agit nécessairement pour empêcher le mercure de s'élever quand la chaleur le dilate. Il étoit donc indispensable d'opérer sur le baromètre même pour connoître l'effet qu'y produit la chaleur : il falloit de plus que les deux termes fussent fixes & universels. Or, ceux de M. Amontons, savoir, le plus grand froid & le plus grand chaud de la France, n'ont pas ces conditions.

La chaleur raréfie le mercure, & à mesure qu'elle en augmente le volume, elle en diminue la pesanteur spécifique. M. Christin, de l'académie de Lyon, a trouvé, par des expériences faites avec art & précision, que le volume du mercure condensé par le froid de la glace, est au volume du mercure raréfié par la chaleur de l'eau bouillante, comme 66 à 67, c'est-à-dire, que l'augmentation du volume du mercure, ou ce qui revient au même, la diminution de sa pesanteur spécifique, est $\frac{1}{66}$, à compter depuis le terme de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante. Donc un baromètre qui passeroit du froid de la glace à la chaleur de l'eau bouillante, hausseroit d'une quantité égale à la soixante-sixième partie de sa hauteur, sans qu'il soit survenu aucun changement dans la pression de l'atmosphère.

Supposons maintenant un thermomètre tel que celui de Lyon, divisé en 100 parties égales depuis le froid de la glace, jusqu'à la chaleur de l'eau bouillante; il est clair qu'en partant du terme de la glace, le baromètre haussera de $\frac{1}{6600}$ par chaque degré du thermomètre. Ainsi, dans les lieux où la hauteur moyenne du baromètre est de 27 pouces $\frac{1}{2}$, ou 330 de ligne, la chaleur depuis la glace jusqu'à l'eau bouillante fera monter le mercure de 8 lignes, & par conséquent de $\frac{1}{2}$ de ligne ou de $\frac{3}{5}$ de point par chaque degré du thermomètre. Donc, si on veut avoir l'effet de la pression de l'air tel qu'il seroit au terme de la glace, il faut retrancher de la hauteur actuelle du baromètre autant de vingtièmes de ligne que le thermomètre marque de degrés au-dessus du terme de la congellation, ou par la raison contraire, ajouter à la hauteur du baromètre autant de vingtièmes de ligne que le thermomètre marque de degrés au-dessous de ce même terme.

On pourra faire la même correction sur un baromètre dont la hauteur sera de 27 ou de 28 pouces, parce qu'un pouce de plus ou de moins ne peut faire sur le total qu'une erreur insensible. Mais si on transportoit le baromètre sur de hautes montagnes, & que le mercure descendît à 25, 20 ou 15 pouces, il faudroit retrancher de cette hauteur ou y ajouter moins d'un vingtième de ligne par chaque degré du thermomètre, ainsi qu'on le verra dans les tables suivantes.

PREMIÈRE TABLE.

Le *baromètre* étant à 27 pouces 6 lignes.

Termomètre de Lyon.	*Corrections à faire sur le baromètre.*		
100d eau bouillante	5 lign.	0 points.	
50	2	6	à soustraire de la hauteur du *baromètre.*
40	2	0	
30	1	6	
20	1	0	
10	0	6	
9	0	5 $\frac{2}{5}$	
8	0	4 $\frac{4}{5}$	
7	0	4 $\frac{1}{5}$	
6	0	3 $\frac{3}{5}$	
5	0	3	
4	0	2 $\frac{2}{5}$	
3	0	1 $\frac{4}{5}$	
2	0	1 $\frac{1}{5}$	
1	0	0 $\frac{3}{5}$	
0 glace	0	0	
1	0	0 $\frac{3}{5}$	à ajouter à la hauteur du *baromètre.*
2	0	1 $\frac{1}{5}$	
3	0	1 $\frac{4}{5}$	
4	0	2 $\frac{2}{5}$	
5	0	3	
6	0	3 $\frac{3}{5}$	
7	0	4 $\frac{1}{5}$	
8	0	4 $\frac{4}{5}$	
9	0	5 $\frac{2}{5}$	
10	0	6	
20	1	0	

&c. &c.

SECONDE TABLE.

Le *baromètre* étant à 25 pouces.

Thermomètre de Lyon.	*Corrections à faire sur le baromètre.*		
100d eau bouillante	4 lignes	6 $\frac{6}{11}$ points.	
50	2	3 $\frac{3}{11}$	à soustraire de la hauteur du *baromètre.*
40	1	10 $\frac{9}{11}$	
30	1	4 $\frac{4}{11}$	
20	0	10 $\frac{10}{11}$	
10	0	5 $\frac{5}{11}$	
9	0	4 $\frac{10}{11}$	
8	0	4 $\frac{4}{11}$	
7	0	3 $\frac{8}{11}$	
6	0	3 $\frac{3}{11}$	
5	0	2 $\frac{8}{11}$	
4	0	2 $\frac{2}{11}$	
3	0	1 $\frac{7}{11}$	
2	0	1 $\frac{1}{11}$	
1	0	8 $\frac{6}{11}$	
0 glace	0	0	
1	0	0 $\frac{6}{11}$	à ajouter à la hauteur du *baromètre.*
2	0	1 $\frac{1}{11}$	
3	0	1 $\frac{7}{11}$	
4	0	2 $\frac{2}{11}$	
5	0	2 $\frac{8}{11}$	
6	0	3 $\frac{3}{11}$	
7	0	3 $\frac{9}{11}$	
8	0	4 $\frac{4}{11}$	
9	0	4 $\frac{10}{11}$	
10	0	5 $\frac{5}{11}$	
20	0	10 $\frac{10}{11}$	

&c. &c.

TROISIEME TABLE.

Le *baromètre* étant à 22 pouces.

Thermomètre de Lyon.	*Corrections à faire sur le baromètre.*		
100^{d} eau bouillante.	4 lignes	0 points.	
50	2	0	à soustraire de la hauteur du *baromètre.*
40	1	$7\frac{5}{25}$	
30	1	$2\frac{10}{25}$	
20	0	$9\frac{15}{25}$	
10	0	$4\frac{20}{25}$	
9	0	$4\frac{8}{25}$	
8	0	$3\frac{21}{25}$	
7	0	$3\frac{9}{25}$	
6	0	$2\frac{22}{25}$	
5	0	$2\frac{10}{25}$	
4	0	$1\frac{23}{25}$	
3	0	$1\frac{11}{25}$	
2	0	$0\frac{24}{25}$	
1	0	$0\frac{12}{25}$	
0 glace	0	0	
1	0	$0\frac{12}{25}$	à ajouter à la hauteur du *baromètre.*
2	0	$0\frac{24}{25}$	
3	0	$1\frac{11}{25}$	
4	0	$1\frac{23}{25}$	
5	0	$2\frac{10}{25}$	
6	0	$2\frac{22}{25}$	
7	0	$3\frac{9}{25}$	
8	0	$3\frac{21}{25}$	
9	0	$4\frac{8}{25}$	
10	0	$4\frac{20}{25}$	
20	0	$9\frac{15}{25}$	
&c. &c.			

QUATRIEME TABLE.

Le *baromètre* étant à 19 pouces.

Thermomètre de Lyon.	*Corrections à faire sur le baromètre.*		
100^{d} eau bouillante.	3 lignes	$5\frac{125}{275}$ points.	
50	1	$8\frac{200}{275}$	à soustraire de la hauteur du *baromètre.*
40	1	$4\frac{160}{275}$	
30	1	$0\frac{120}{275}$	
20	0	$8\frac{80}{275}$	
10	0	$4\frac{40}{275}$	
9	0	$3\frac{201}{275}$	
8	0	$3\frac{87}{275}$	
7	0	$2\frac{248}{275}$	
6	0	$2\frac{134}{275}$	
5	0	$2\frac{20}{75}$	
4	0	$1\frac{181}{275}$	
3	0	$1\frac{67}{275}$	
2	0	$0\frac{128}{275}$	
1	0	$0\frac{114}{275}$	
0 glace	0	0	
1	0	$0\frac{114}{275}$	à ajouter à la hauteur du *baromètre.*
2	0	$0\frac{128}{275}$	
3	0	$1\frac{67}{275}$	
4	0	$1\frac{181}{275}$	
5	0	$2\frac{20}{275}$	
6	0	$2\frac{134}{275}$	
7	0	$2\frac{248}{275}$	
8	0	$3\frac{87}{275}$	
9	0	$3\frac{201}{275}$	
10	0	$4\frac{40}{275}$	
20	0	$4\frac{80}{275}$	
&c. &c.			

CINQUIEME TABLE.

Le *baromètre* étant à 15 pouces.			
Thermomètre de Lyon.	*Correction à faire sur le baromètre.*		
100^d eau bouillante.	2 lignes	8 $\frac{80}{110}$ points.	
50	1	4 $\frac{42}{110}$	à soustraire de la hauteur du *baromètre.*
40	1	1 $\frac{10}{110}$	
30	0	9 $\frac{90}{110}$	
20	0	6 $\frac{60}{110}$	
10	0	3 $\frac{30}{110}$	
9	0	2 $\frac{104}{110}$	
8	0	2 $\frac{68}{110}$	
7	0	2 $\frac{32}{110}$	
6	0	1 $\frac{106}{110}$	
5	0	1 $\frac{70}{110}$	
4	0	1 $\frac{34}{110}$	
3	0	0 $\frac{108}{110}$	
2	0	0 $\frac{72}{110}$	
1	0	0 $\frac{36}{110}$	
0 glace	0	0	
1	0	0 $\frac{36}{110}$	à ajouter à la hauteur du *baromètre.*
2	0	0 $\frac{72}{110}$	
3	0	0 $\frac{108}{110}$	
4	0	1 $\frac{34}{110}$	
5	0	1 $\frac{70}{110}$	
6	0	1 $\frac{106}{110}$	
7	0	2 $\frac{3}{110}$	
8	0	2 $\frac{68}{110}$	
9	0	2 $\frac{104}{110}$	
10	0	3 $\frac{30}{110}$	
20	0	6 $\frac{60}{110}$	
&c. &c.			

Dans

Dans ces tables les degrés au-dessus de 9 ne sont marqués que de 10 en 10; on y suppléera, en prenant dans les nombres depuis 1 jusqu'à 9, celui dont on aura besoin, & en le joignant au nombre des dixaines. Si par exemple, le *baromètre* étant à 27 degrés $\frac{1}{2}$ ou aux environs, le thermomètre marque 28 degrés au-dessus de la glace, on prendra dans la première table la correction 4 $\frac{4}{5}$ points, qui répond à huit degrés, on la joindra à celle 1 ligne, qui répond à 20 degrés, & l'on aura 1 ligne 4 $\frac{4}{5}$ points, qu'il faudra soustraire de la hauteur actuelle du *baromètre*.

La réduction de la hauteur du *baromètre* pourroit se faire, par le moyen d'un thermomètre gradué, comme on va le dire.

Marquez sur la planche du thermomètre les deux termes de la glace & de l'eau bouillante. Divisez cet espace en cinq parties égales pour marquer les 5 lignes, dont un cylindre de mercure de 27 à 28 pouces de hauteur se raréfie. Subdivisez chacune de ces parties en douze autres parties, pour représenter les points qui composent une ligne. Portez les mêmes divisions & subdivisions au-dessous du terme de la glace. Vous aurez un thermomètre qui, marquant ce qu'il faudra retrancher de la hauteur du *baromètre*, ou ce qu'il faudra lui ajouter, pourra être appelé *rectificateur du baromètre*. Lorsque ce thermomètre, placé auprès d'un *baromètre*, marquera 2 lignes 3 points au-dessus du terme de la glace, ce sera 2 lignes 3 points qu'il faudra soustraire de la hauteur du *baromètre* : lorsqu'il marquera 1 ligne 5 points au-dessous du même terme, ce sera 1 ligne 5 points qu'il faudra ajouter.

L'échelle que nous venons de donner au thermomètre rectificateur, suppose que la hauteur moyenne du *baromètre* est de 27 à 28 pouces : veut-on des échelles pour des hauteurs différentes? On fera cette règle de proportion : comme 66 est à 67, ainsi 27 . . . 20 . . . 15 . . . &c. pouces de hauteur du mercure au terme de la glace, sont à la hauteur de ce même mercure au terme de l'eau bouillante. La différence du quatrième au troisième terme, en lignes & en points, sera le nombre des parties qui doivent composer l'échelle demandée depuis le terme de la glace, jusqu'à celui de l'eau bouillante.

Voici un autre thermomètre rectificateur du *baromètre*, dit dom Casbois, qui exige encore moins de préparation & d'attention. C'est un tube de verre, bien cylindrique, long de trente pouces environ, scellé par son extrémité inférieure, & chargé de mercure jusqu'à la hauteur moyenne du *baromètre*. Après avoir marqué, sur cette espèce de thermomètre, le terme de la glace, on l'applique sur la planche du *baromètre*, de manière que le point qui marque le terme de la glace se trouve sur une des lignes de la division du *baromètre*. Lorsque le mercure de ce thermomètre raréfié par la chaleur hausse d'une, de deux, *&c.* lignes au-dessus de la glace, on retranche la même quantité de la hauteur du *baromètre* : lorsqu'il baisse d'une, de deux, *&c.* lignes, on ajoute cette quantité à la hauteur du *baromètre*. Ce thermomètre n'exige aucun calcul, il ne demande pas même d'être réglé à l'eau bouillante, & il a l'avantage de montrer, de la manière la plus simple & la plus sûre, ce qu'il faut retrancher à la hauteur du *baromètre*, ou ce qu'il faut y ajouter

M. Deluc ayant fait plusieurs expériences pour déterminer l'effet que produit la chaleur sur les baromètres purgés d'air par le feu, dont la marche, comme nous l'avons dit, est toujours constante, en tira cette conséquence générale; que *par une augmentation de chaleur, capable de faire monter le thermomètre depuis le point de la glace pilée jusqu'à celui de l'eau bouillante, la hauteur du baromètre augmenteroit de six lignes précisément;* ce qui le conduisit à une division du thermomètre, qui exprime cette loi d'une manière fort commode.

On aura l'échelle d'un thermomètre propre à représenter la correction à faire sur le baromètre pour les différences de chaleur, en divisant par quatre les lignes du baromètre; on subdivisera très-aisément, à la vue ces quarts de ligne en quatre autres parties qui sont des seizièmes; or, 6 lignes font $\frac{96}{16}$. On pourra donc diviser en 96 parties égales l'intervalle compris entre l'eau dans la glace, & l'eau bouillante sur le thermomètre, & alors chacune de ces parties correspondra à $\frac{1}{16}$ de ligne dans la hauteur du baromètre. Des expériences faites avec des thermomètres de mercure, en été & en hiver, ont confirmé combien cette division étoit propre à l'usage auquel on la destinoit.

Mais afin que la chaleur produise sur les baromètres des effets assez sensibles, pour qu'on doive en tenir compte, & que le thermomètre serve à cette correction, il faut que ces deux instrumens ne soient pas plus échauffés l'un que l'autre. C'est cependant ce qui arrivoit dans les premières expériences de M. Deluc; on peut voir dans son ouvrage sur les modifications de l'atmosphère, T. 1[er]., page 200, &c., la suite de ses recherches & de ses tentatives pour parvenir au vrai but qu'il se proposoit sur ce sujet intéressant.

Un objet important qu'il étoit nécessaire de décider, étoit le degré de chaleur à prendre pour terme commun & constant, au-dessus & au-dessous duquel les corrections devoient se faire. Il parut à M. Deluc que la température qui correspond à la huitième partie de la distance entre les points fixes du thermomètre, à compter depuis l'eau dans la glace, étoit la plus convenenable.

L'échelle de son thermomètre étant divisée en 96 degrés entre les points fixes, la huitième partie de cette échelle en montant, correspond au douzième degré; aussi M. Deluc a-t-il placé le *zéro* à ce point au-dessus duquel il compte les degrés en *plus*, & au-dessous en moins; ainsi, dans ce thermomètre, l'eau bouillante est à + 84, & l'eau dans la glace à — 12. Ces indications suffisent pour construire ce thermomètre, & la *figure* 321, qui en est la représentation avec l'échelle de Fahrenheit, & celle d'un thermomètre à mercure divisé en 80 parties, qu'on nomme de Reaumur, sert à indiquer sans calcul les points de ces deux dernières échelles auxquelles correspondent diverses températures dont nous parlerons.

Le thermomètre étant divisé de cette manière, chacun de ses degrés représente, comme on l'a dit, des seizièmes de ligne sur la hauteur d'un baromètre dont la colonne est de 27 pouces; il sert aussi pour toute la longueur de colonne par une simple proportion. Exemple : supposons deux baromètres placé, l'un sur une montagne où le mercure ne se soutient que à 13 $\frac{1}{2}$ pouces, & l'autre au pied de cette montagne où il se tient à 27 pouces. Si les deux thermomètres sont à zéro, il n'y a point de correction à faire; mais s'ils sont tous deux à moins 16, on doit ajouter à la hauteur observée du baromètre au pied de la montagne $\frac{16}{16}$ ou une ligne; & pour celui du sommet, on doit dire : comme 27 pouces sont à $\frac{16}{16}$ de ligne, ainsi 13 $\frac{1}{2}$ sont au nombre de seizième qu'il faut ajouter à la colonne de 13 pouces $\frac{1}{2}$, ce qui fait $\frac{8}{16}$. Si les degrés du thermomètre sont en *plus*, il faut faire des soustractions dans le même ordre. La même règle doit s'appliquer à tous les cas, tant pour les températures égales que pour celles qui sont différentes; il n'y en a qu'un seul qui n'exige point de correction, c'est celui où les deux thermomètres sont à *zéro*. Par ce moyen on ramène les observations à un terme fixe, ce qui produit le même effet que si le mercure des baromètres étoit toujours au même dégré de condensation.

Il est d'autant plus nécessaire, lorsqu'il s'agit de la mesure des hauteurs de faire exactement les corrections dont on vient de parler, qu'un seizième de ligne représente environ 5 pieds de hauteur, & que pour peu qu'on s'écarte de l'exactitude, il est très-facile de se tromper d'un ou de plusieurs seizièmes.

Ajoutons que les corrections que l'on fait sur la hauteur du mercure dans le baromètre, quand la température est différente d'un certain point fixe, réduisent cette hauteur à ce qu'elle seroit si le baromètre étoit toujours affecté du même degré de chaleur.

M. Lorgna, professeur de mathématique à Verone, publia, en 1765, un ouvrage sur la graduation des thermomètres de mercure, & sur la correction des baromètres simples.

Cet ouvrage renferme une hypothèse très ingénieuse pour corriger l'effet de la chaleur sur les baromètres, dont il est bon de faire mention.

L'auteur, après s'être assuré par un grand nombre d'expériences, que le rapport d'un volume donné de mercure, au point de la congellation est à ce même volume au point de l'eau bouillante, comme 10,000 à 10,160, exige deux choses.

La première, que la hauteur moyenne de la colonne de mercure dans le baromètre soit supposée de 27 pouces 6 lignes, ou 330 lignes.

La seconde, que le baromètre soit construit dans un temps où le thermomètre sera au point de la congellation.

Il fait ensuite cette analogie 10,000 : 10,160 :: 330 lignes est à 335 $\frac{7}{25}$, d'où il tire la conséquence que la colonne barométrique s'allonge de 5 $\frac{7}{25}$ de ligne entre la congellation & l'eau bouillante, pris pour termes extrêmes.

Pour trouver les changemens que peut éprouver le mercure par les densités intermédiaires, il appelle *d* la densité du mercure au terme de l'eau bouillante; *c* la colonne de mercure du baromètre, correspondante à cette densité; × une densité quelconque plus grande, & *y* la colonne du baromètre correspondante, on aura :

$Y : C :: D : \times$ & $CD = \times Y$, lieu de l'hyperbole entre les assymptotes.

Mais pour éviter de décrire la courbe qui satisfait au problême, l'auteur remarque qu'un simple triangle peut servir à représenter la correction qu'exige la colonne de 330 lignes, allongée ou raccourcie, suivant les différentes densités du mercure, indiqué par le thermomètre, parce que les densités étant en raison réciproque des volumes, les poids étant supposés égaux, les colonnes seront en raison directe des volumes, & des corrections à faire suivant les accroissemens ou les décroissemens des volumes du mercure du thermomètre, au-dessus ou au-dessous du point de la congellation.

Ce n'est pas ici le lieu de suivre l'auteur dans tous ses calculs & dans toutes ses démonstrations. Nous nous contenterons de dire qu'à la progression des nombres naturels qui expriment les degrés de son thermomètre :

dix millièmes

1, 2, 3, 4, 5, &c., correspond la progression 33, 66, 99, 132, 165 millièmes

parties de ligne à retrancher ou à ajouter à la colonne barométrique, selon que le mercure du thermomètre sera au-dessus ou au-dessous de la congellation; mais comme on peut substituer sans erreur sensible la fraction $\frac{1}{3}$ à la fraction $\frac{7}{5}$, il trouve que $\frac{2}{30}$, $\frac{3}{30}$, $\frac{4}{30}$ de ligne sont les corrections exactes à faire aux hauteurs du baromètre, correspondantes aux variations du thermomètre, exprimées par les fractions:
$\frac{2}{10000}$, $\frac{3}{10000}$, $\frac{4}{10000}$, &c.

Et appellant P la hauteur du baromètre, qu'il faut corriger, N le degré du thermomètre, il a pour la formule de la correction demandée $\frac{9900}{9900}$, c'est-à-dire; & en général, que pour corriger une colonne quelconque du baromètre, il faut la multiplier constamment par 9900, & diviser le produit par la somme de 9900 avec le nombre des degrés du thermomètre, observés dans le même temps, si le mercure est au-dessus de la congellation, ou par leur différence, si le mercure est au-dessous de ce point.

Le père Jean-Baptiste de Saint-Martin, de l'ordre des capucins, s'est aussi occupé de cet objet, dans un mémoire écrit en italien, sur la manière de corriger le baromètre au moyen du thermomètre de Reaumur : ayant suivi la méthode de M. Lorgna, il a obtenu les mêmes résultats que lui dans ses expériences. Voici de quelle manière il a procédé.

Il choisit huit tubes de thermomètre bien calibrés, & auxquels on souffla une boule, & le 21 août 1789, jour où le baromètre étoit à 28 pouces, ayant ensuite purgé cinq onces de mercure, purgés avec soin, il en remplit un des huit thermomètres, jusqu'à un tiers de son tube; puis ayant pesé le mercure resté, il trouva que le mercure employé dans le thermomètre étoit de 813 grains. Le thermomètre fut d'abord plongé dans la glace qui commençoit à se liquefier, puis dans l'eau bouillante : ces deux points furent notés avec une petite lame de laiton, sur laquelle étoit gravée la division du pied de Paris; & la distance de la glace à l'eau bouillante, fut trouvée de 468 points. Après, on ôta du thermomètre une petite portion de son mercure, qu'on reconnut être en la pesant de 4 $\frac{1}{2}$ grains; ayant plongé de nouveau le thermomètre dans l'eau bouillante, on marqua le nouveau point de l'ébullition, qui à cause du mercure extrait étoit un peu au-dessous : en mesurant la distance du point de l'ébulition, avant d'extraire le mercure au point de l'ébulition, après avoir extrait le mercure, on la trouva de 160 points.

Par toutes ces expériences, on a pu aisément m'assurer du poids du mercure compris dans le tube, depuis le point de la glace jusqu'à celui de l'eau bouillante : attendu que les volumes ainsi que les poids respectifs étant au même degré de raréfaction, & comme la distance des deux points de l'ébulition avant d'extraire & après avoir extrait le mercure, qui est de 162 points, est à la distance de la glace à l'eau bouillante de 468 points; il en est de même du poids du mercure extrait de 4 $\frac{1}{2}$ grains, au poids du mercure compris entre la glace & l'eau bouillante, lequel par l'analogie suivante doit être de 13 grains; puisque 162 : 468 : : 4 $\frac{1}{2}$: 13 ayant donc soustrait 13 grains du poids total du mercure employé dans le thermomètre, qui étoit de 813 grains, reste 800 grains; de sorte que le poids du mercure de la boule, au point de la congellation, étant au poids du mercure entre la congellation & l'eau bouillante, comme 800 : 413; les volumes respectifs doivent être aussi dans la même proportion. Ainsi, une colonne de mercure qui, à la température de la glace, seroit de 800 parties, en passant à la température de l'eau bouillante, s'augmenteroit selon cette première expérience de 13 autres parties, & viendroit à 813 parties: augmentation de volume qui est comme 10000 à 1623, selon l'analogie 800 : 13 : : 10,000 : 162 $\frac{5000}{10000}$.

Huit expériences semblables ont été faites sur cet objet, le baromètre étant toujours à 28 pouces, & les résultats obtenus sont ceux de la table suivante; on y remarque de petites variations. Par exemple, dans la première expérience, le volume du mercure étant comme 10000, devient à l'eau bouillante comme 10,162 & 5000 dix millièmes. Dans la seconde, il devient comme 10,162 & 5000 dix millièmes, & ainsi de suite.

Résultats de l'augmentation du mercure de la glace à l'eau bouillante.

	à la glace.	à l'eau bouillante.
Première Expérience,	10000	10162, 5000
Seconde Expérience,	10000	10157, 6032
Troisieme Expérience,	10000	10159, 4341
Quatrième Expérience,	10000	10158, 4158
Cinquième Expérience,	10000	10159 3257
Sixième Expérience,	10000	10161, 169
Septième Expérience,	10000	10156, 1055
Huitième Expérience,	10000	10158, 9348
Moyenne entre toutes,	10000	10159, 1670

En additionnant donc la valeur de l'augmentation qui résulte de chaque expérience, & en divisant la somme par 8, nombre des expériences, on a la valeur de l'augmentation moyenne; de sorte qu'une colonne de mercure étant supposée à la température de 10,000 parties, devient de 10,159 $\frac{1670}{10000}$ parties, lorsqu'elle est transportée à la température de l'eau bouillante. Ces résultats sont aussi conformes à ceux du chevalier de Lorgna, que la nature des objets peut le comporter. Toute la différence consiste en $\frac{4823}{3609800}$ qui est si petite qu'on doit la négliger; différence qui peut provenir de ce que M. de Lorgna a peut-être pris de l'eau bouillante, le baromètre étant à 27 $\frac{1}{2}$ pouces de hauteur, tandis que dans les expériences du père de Saint-Martin, il étoit à 28 pouces.

Les expériences rapportées ayant fait connoître que la dilatation que le mercure subit de la congellation à l'eau bouillante, est comme 10,000 à 10,159 $\frac{1670}{10000}$, il est aisé d'en faire l'application à la colonne de mercure du baromètre. En effet, que l'on suppose qu'au degré de la congellation le baromètre soit suspendu par la gravité de l'air à la hauteur moyenne de 28 pouces, c'est-à-dire, de 33 points; si la même pression demeurant constante, on transportoit le baromètre dans une liqueur, dont la température seroit égale à celle de l'eau bouillante, alors, par la seule chaleur, la colonne de mercure devroit se prolonger de 53-48 points, ou de cinq lignes trois points, & 48 centièmes de points; en sorte que sa hauteur totale, en commençant par la superficie inférieure du mercure renfermé dans la boule, jusqu'à la superficie supérieure de celui contenu dans le tube, n'iroit plus à 3360 points, mais à 3413,48, selon l'analogie suivante, 10,000 : 10, 159 $\frac{1670}{10000}$ :: 3360 : 3413 $\frac{48}{100}$ à-peu-près. Ainsi, il faudroit ôter l'augmentation des 53-48 points, comme le seul effet de la chaleur, & il resteroit la hauteur de 3360 points, c'est à-dire, de 28 pouces, comme un effet du poids seul de l'atmosphère.

Si une colonne de mercure de 3360 points devient de 3413, 48, lorsqu'il passe du zéro de Reaumur à la chaleur de 80 degrés, on peut en déduire l'allongement que subit cette colonne à un degré intermédiaire quelconque, de là régler la correction que l'on doit faire au baromètre, sur les mêmes degrés du thermomètre de Reaumur; attendu que, si à 80 degrés de ce thermomètre, il falloit à la hauteur apparente du baromètre 5 lignes 3,48 points; par exemple, à 35 degrés du même thermomètre, il faudroit diminuer 16,71 points, c'est-à-dire, une ligne six points & 71 centièmes; parce que 80 : 53,48 :: 25 : 16,71. C'est aussi ce que l'on peut dire dans la même proportion des autres degrés.

De la mesure des hauteurs par le baromètre. Il est peu d'instrumens de physique qui aient des usages aussi importans que celui de la mesure des hauteurs. Descartes paroît avoir eu la première idée de cet usage des baromètres (*Voyez* Air, *pesanteur de l'air*), ainsi qu'il l'atteste dans une lettre écrite le 11 juin 1649, à M. de Cascavi. Pascal communiqua ensuite à M. Perrier, son beau-frère, le plan de l'expérience du *Puy-de-Dôme*, qui fut faite le 19 septembre 1648, & dont nous avons suffisamment exposé les détails. Le mercure qui, au bas de la montagne, n'étoit dans le tube qu'à 26 pouces 3 lignes $\frac{1}{2}$, descendit au sommet du *Puy-de-Dôme* à 23 pouces 2 lignes; d'où M. Perrier estima la hauteur de la montagne d'environ 500 toises. Par le même moyen, il conclut la hauteur d'une tour de la ville de Clermont, de 20 toises; le mercure ayant baissé dans cette expérience de 2 lignes, M. Pascal conclut, à Paris, que la tour de Saint-Jacques-la-Boucherie étoit élevée de 24 toises, en employant le baromètre de la même manière que dans les expériences précédentes. D'où il conclut que ce seroit un moyen de niveller les lieux quelqu'éloignés qu'ils fussent, & aussi facilement qu'exactement. Il se trompoit en pensant que cette mesure des hauteurs étoit très-aisée, car cette méthode entraîne beaucoup plus de difficultés qu'on n'est tenté de le croire.

Dès que les premieres expériences sur la pesanteur de l'air furent connues, Kepler chercha à évaluer la hauteur totale de l'atmosphère; mais il se trompa beaucoup dans son estimation, car il ne la fixa qu'à deux ou trois milles : Boyle qui entreprit aussi cette recherche, reconnut l'erreur de Kepler dans la détermination du rapport des pesanteurs spécifiques du mercure & de l'air. Boyle le trouva de 14000 à 1; & en conclut qu'en supposant l'atmosphère également dense, sa hauteur seroit au moins de 35000 pieds : mais considérant d'un autre côté la dilatabilité de l'air, il assura que l'atmosphère devoit avoir une étendue beaucoup plus grande. Boyle & Townley, son disciple, découvrirent la loi des condensations & des dilatations de l'air, mais ils ne firent pas des expériences sur l'air libre.

Mariotte de son côté découvrit aussi la loi des dilatations & des condensations de l'air, qu'il appliqua le premier à l'air de l'atmosphère. C'est en 1776 qu'il publia un excellent ouvrage sur la nature de l'air, plein d'expériences ingénieuses. On y voit que la force élastique de l'air est en raison inverse de l'espace qu'il occupe; que la condensation est proportionnelle au poids; & que les dilatations suivent toujours sensiblement la raison inverse des poids qui le compriment.

Cet illustre physicien chercha par ces loix qu'elle devoit être la hauteur de l'atmosphère; & il pensa le premier à l'usage des logarithmes pour calculer les abaissemens du mercure. Il conclut ensuite que si l'air est susceptible de se raréfier 4032 fois plus qu'il ne l'est à la surface de la terre, l'at-

mosphère aura 15 lieues de hauteur; que s'il se raréfie 32256 fois plus qu'ici bas, toute son étendue sera d'environ 20 lieues; enfin qu'elle n'auroit que 30 lieues, lors-même que l'air se raréfieroit 8 millions de fois plus qu'il ne l'est dans la partie inférieure de l'atmosphère. Halley fit aussi usage des logarithmes & des recherches intéressantes sur l'objet de cet article.

M. Maraldi ayant fait diverses observations du baromètre sur les montagnes d'Auvergne avec MM. Chazelles, Couplet, & Dominique Cassini, les compara avec deux autres observations, dont l'une avoit été faite en 1672 par M. Cassini, à Notre-Dame de la Garde, près de Marseille, & l'autre en 1682 par M. de la Hire, sur le Mont *Clairet*, près de Toulon; & prenant le milieu entre les résultats de toutes ces observations, il trouva, que la hauteur de l'air correspondante à la première ligne de mercure qui s'abaissoit dans le baromètre en montant depuis le niveau de la mer, étoit de 61 pieds; & qu'il falloit ajouter un pied à chaque hauteur de l'air correspondante aux abaissemens du mercure de ligne en ligne; en sorte que ces hauteurs prises successivement devoient être 61, 62, 63, 64 pieds, &c. *Mémoires de l'acad. des sc.* 1703. Cette règle fut adoptée en 1705, par M. Jaq. Cassini, fils de Dominique Cassini, dans un mémoire sur les dilatations de l'air.

MM. Scheuchzer de Zurich s'occupèrent aussi de cette matière, comme on le voit dans les transactions philosophiques en 1727. La règle que l'un d'eux établit après plusieurs expériences, est fondée sur les mêmes principes que celles de M. Halley; c'est-à-dire, sur les propriétés de l'hyperbole placée entre ses asymptotes; mais la formule qui exprime cette règle est un peu différente, de même que son coefficient.

M. Daniel Bernoulli, dans son hydrodinamique, a donné un systême sur les modifications de l'air dans l'atmosphère, & sur la loi de ses condensations; mais les principes sur lesquels ils s'appuient sont contraires à l'expérience.

M. Horrebou, professeur en astronomie à Copenhague, publia en 1748 des expériences, desquels il conclut qu'il falloit s'élever de 75 pieds au-dessus du niveau de la mer, pour que le mercure descendît d'une ligne dans le baromètre. Ces expériences servirent de fondement à une table dont il fit croître les termes en progression harmonique.

Mais la plus considérable des tentatives qu'on ait faites avant M. Deluc pour estimer les hauteurs par le moyen du baromètre, est celle de M. Bouguer, qui alla avec MM. Godin & de la Condamine, mesurer un arc du méridien sous l'équateur. On en trouve le résultat dans un mémoire de M. Bouguer, pour l'année 1753. Voici l'énoncé de sa formule : « Si l'on prend, dit-il, » la différence des logarithmes des deux hauteurs » du mercure exprimées en lignes, & qu'on ne » se serve que des quatre premières figures après » la caractéristique, il suffira d'en retrancher une » trentième partie, pour avoir la hauteur de la » montagne exprimée en toises ». L'application de cette règle aux observations faites sur *Pitchincha* & *Choussaï* qui sont deux sommités de la cordelière, s'accorde à une toise près avec la mesure géométrique, & M. Bouguer assure qu'il pourroit *la justifier par plus de trente autres exemples.*

La méthode de M. Bouguer diffère de celle de M. Deluc, en plusieurs points; 1°. son baromètre n'étoit pas purgé d'air par le feu, & il étoit fait d'un tube droit, plongé dans un réservoir de mercure. Par ces deux raisons ce baromètre se tenoit plus bas que celui de M. Deluc; 2°. il ne faisoit point de correction sur la hauteur du mercure dans le baromètre, parce qu'il n'avoit point d'égard à la différence de chaleur du mercure; 3°. il ne faisoit aucune attention à la différence de chaleur de l'air, tandis que M. Deluc réduit toutes les observations à une température fixe; 4°. enfin, M. Bouguer soustrait toujours une trentième partie de la hauteur donnée par les logarithmes; au lieu que M. Deluc n'y fait point de changement fixe. Il est même une température de l'air pour laquelle il n'en fait point, la hauteur étant donnée immédiatement par les logarithmes dans cette température.

Il faut cependant remarquer que par la nature des circonstances qui ont accompagné les expériences de M. Bouguer, sa méthode & celle de M. Deluc, peuvent donner les mêmes résultats dans ces cas particuliers, à cause de quelques compensations.

La règle de M. Deluc est que, *par une température déterminée, les différences des logarithmes des hauteurs du mercure, donnent immédiatement en millièmes de toises, la différence de hauteur des lieux où l'on a observé le baromètre.*

C'est pourquoi, si dans le temps & le lieu de l'observation le thermomètre destiné à la correction à faire à la température de l'air est à zéro, il n'y a point de correction à faire, & la différence des logarithmes des hauteurs du baromètre exprimées en lignes, observées au haut & au bas de la montagne dont on mesure la hauteur, donnent cette hauteur en millièmes de toise. Mais si ce thermomètre est au-dessus ou au-dessous de zéro, la correction à faire pour ramener les observations à une température fixe, est de multiplier la hauteur trouvée ou la différence des logarithmes des hauteurs du mercure, par le double des degrés indiqués sur le thermomètre, & de diviser ensuite ce produit par 1000. Ainsi, nommant a la hauteur du lieu; b la différence des logarithmes des hauteurs du mercure; c les degrés observés sur le ther-

momètre; la correction est exprimée par cette formule $b \times \frac{b \times 2c}{1000}$ = à la vraie hauteur de la montagne, lorsque le thermomètre n'est pas à zéro, est donc la différence des logarithmes des hauteurs du baromètre, plus ou moins le quotient de la division de cette hauteur multipliée par le double des degrés du thermomètre, & divisée par mille.

Ceux qui ne connoissent pas ce qu'on entend par logarithmes vulgaires, inventés par *Neper*, peuvent consulter le dictionnaire de mathématique de l'Encyclopédie, ou un livre quelconque élémentaire sur les mathématiques. (*Voyez* à l'article HAUTEUR, un exemple de calcul relatif à la mesure des hauteurs & des montagnes).

Les élévations du mercure dans le baromètre étant différentes à diverses hauteurs au-dessus du niveau de la mer, par le moyen de cet instrument on peut trouver, avons-nous dit, les hauteurs qui correspondent aux diverses élévations du mercure, & conséquemment connoître la différence de niveau de plusieurs lieux proposés. Voici le fondement des loix dont nous avons parlé.

L'expérience a appris que l'air se comprime dans la raison des poids; d'où il suit que si l'on conçoit l'atmosphère partagée en un très-grand nombre de tranches perpendiculaires à la direction de la pesanteur, les tranches les plus basses, seront les plus comprimées; & si l'on considère une colonne verticale comme composée d'une infinité de tranches horisontales, de même masse, la densité de chacune de ces tranches sera proportionnelle au poids qui la comprime. Or, ce poids est la somme de toutes les tranches supérieures; donc, deux tranches voisines seront entr'elles, comme les sommes des poids des tranches qui les précèdent. Ainsi, les densités de ces tranches formeront une progression géométrique; car on sait que les termes d'une suite sont en progression géométrique, lorsque la somme des antécédens est à la somme des conséquens, comme un antécédent quelconque est à son conséquent.

Les densités de ces tranches horisontales sont représentées par les différentes élévations du mercure dans le baromètre; car le poids de la colonne de mercure est proportionnel à la pression de l'atmosphère. Ainsi les élévations du mercure forment une progression géométrique, tandis que les différentes hauteurs de l'atmosphère, forment une progression arithmétique.

Il suit de là que si on représente les densités des tranches horisontales par la suite des nombres naturels, les logarithmes de ces nombres représenteront les hauteurs de l'atmosphère, & par conséquent la différence des logarithmes des deux élévations du mercure dans deux endroits proposés, sera proportionnelle à la différence de niveau de ces deux endroits (*Voyez* au mot ATMOSPHÈRE TERRESTRE, *hauteur de l'atmosphère*).

Lorsqu'on se sert du baromètre pour la mesure des hauteurs, il est nécessaire que le baromètre soit bien construit, & qu'on ait observé toutes les conditions déjà prescrites; il faut sur-tout faire attention aux effets de la chaleur sur le baromètre, & appliquer les corrections indiquées pour la température actuelle. Nous renvoyons aux paragraphes ou titres particuliers où ces objets ont été traités; ainsi que sur ce qui regarde l'estimation de la ligne de niveau, lorsque les baromètres ont des réservoirs, &c. Si ces conditions ne sont pas observées, il est bien évident que les baromètres ne seront pas comparables entre eux; qu'ils ne parleront pas la même langue, à cause, 1°. de la différente manière dont ils auront été remplis; 2°. de leur diversité de figure; & 3°. de la différente température de l'air environnant.

En traitant des baromètres, relativement à la mesure des hauteurs, on ne doit pas négliger de considérer l'effet de la différence des diamètres des tubes, car on sait par expérience que le mercure s'abaisse au-dessous du niveau dans les tubes étroits, tandis que tous les autres fluides s'élèvent dans les mêmes circonstances; on sait encore que les baromètres sans réservoir se tiennent plus haut que les autres. M. Deluc ayant formé un plan d'expériences sur ce sujet, fit faire pour cet effet plusieurs tubes simplement recourbés, de diamètre différens; & comme la plupart n'étoient pas d'un calibre égal, on les courba de manière qu'aux uns la partie la plus large étoit en haut, & qu'elle étoit en bas aux autres; on souffla aussi une boule au sommet d'un de ces tuyaux.

Ces divers baromètres ayant été purgés d'air par le feu, en les observant attentivement, on trouva, 1°. que les baromètres faits d'un simple tuyau recourbé par le bas, dont la partie supérieure étoit plus large que l'inférieure, se tenoient plus élevés que ceux d'une figure contraire; 2°. que les baromètres à réservoir se tiennent inégalement plus bas que les précédens; 3° que le baromètre, au sommet duquel étoit une boule, se tenoit plus élevé que tous les autres, quand la partie supérieure de la colonne de mercure atteignoit la cavité de la boule; & cela d'autant plus que le mercure y parvenoit à une plus grande hauteur, tellement que lorsqu'il étoit arrivé à l'horison de la boule, il se tenoit deux lignes plus haut que dans les tubes qui avoient un réservoir en bas; 4°. les seuls baromètres, dont le tube étoit d'un diamètre à-peu-près égal, se tenoient entre eux à la même hauteur; 5°. enfin les inégalités causées par les réservoirs disparoissoient, soit quand l'extrémité inférieure du mercure se trouvoit dans la portion du tube qui est au-dessous du réservoir; soit même quand le réservoir étoit totalement rempli,

& que le mercure le surpassant, remontoit dans le col de cette espèce de bouteille, parce qu'alors les diamètres des deux tubes étoient sensiblement égaux.

On n'a pu trouver encore une règle fixe, pour connoître la hauteur que doit avoir la colonne de mercure en un même lieu, dans des baromètres de figures données, à cause de la grande variété qu'on y apperçoit; néanmoins il est sûr que les baromètres faits d'un tube recourbé par l'une de ses extrémités & de diamètre égal d'un bout à l'autre, sont les seuls dont la hauteur au-dessus du niveau représente immédiatement celle de la colonne de mercure soutenue par le poids de l'atmosphère, & que par conséquent ils se tiennent tous à la même hauteur.

Moyen de faire des baromètres qui se tiennent à la même hauteur dans le même lieu, & dont la marche soit uniforme. Tous les baromètres expriment la pesanteur de l'air, mais si l'on en construit plusieurs sans les précautions requises, on remarquera qu'ils se tiendront presque tous à des hauteurs différentes, quoique construits en apparence de la même manière; on observera encore que leurs rapports ne se conserveront pas les mêmes, soit en les laissant dans le même état, soit en les vidant & remplissant à diverses fois.

Une des causes de cette différence consiste dans l'air qui reste dans les baromètres qui n'en ont pas été purgés par le feu. L'air, comme on sait, s'attache à la surface des corps solides; celui qui tapisse l'intérieur des tubes agit par son élasticité pour faire descendre le mercure; le ressort de l'air est augmenté ou diminué par des causes accidentelles, & sur-tout par l'humidité, de sorte qu'en différens temps & en divers lieux, celui qui reste dans un même tube peut être plus ou moins élastique; l'influence de la chaleur doit encore faire varier ces effets de différentes manières. Que seroit-ce, si à ces causes de variétés, on ajoute celle des saletés laissées au mercure, & à la plus ou moins grande quantité d'air qui se trouvera au haut de divers baromètres chargés à l'ordinaire.

L'expérience prouve de plus directement que l'effet de la chaleur est différent sur les baromètres purgés d'air par le feu, & sur ceux qui ne le sont pas, ainsi que nous l'avons rapporté, en traitant dans cet article BAROMÈTRE, *de l'effet que la chaleur produit sur le baromètre.* La marche des baromètres purgés d'air par le feu est toujours uniforme, quelque soit le nombre de ces baromètres; elle est au contraire infiniment irrégulière dans ceux qui n'ont pas reçu cette préparation; les quantités d'air restantes dans ceux-ci étant très-inégales, tandis qu'elles sont égales dans ceux qui ont été purgés d'air par le feu. La raison en est, ainsi qu'on l'a déjà expliqué, que le mercure qui est dans un état d'ébullition, a toujours un degré de chaleur constant, & expulse une quantité égale d'air.

Il est donc nécessaire que tout baromètre, destiné à mesurer les hauteurs, soit purgé d'air par le feu, comme on l'a dit, qu'il soit muni d'un thermomètre de correction, auquel on aura toujours égard, &c. &c. en un mot, que toutes les conditions que nous avons prescrites d'après M. Deluc soient observées. Mais pour éviter la difficulté de connoître la hauteur de la colonne depuis un point fixe, & l'erreur qui résulte des différentes formes des réservoirs, sans tomber dans l'inconvénient que la saleté occasionne dans les baromètres à branches égales, on peut employer le moyen suivant. Il faudroit que tous ceux qui font des baromètres, eussent une sorte *d'étalon* qui seroit un baromètre fait d'un tube égal d'un bout à l'autre, & recourbé par le bas. Les réservoirs des baromètres qu'on voudroit régler sur celui-là devroient avoir un diamètre assez grand, pour que les variations de hauteur du mercure fussent insensibles dans le bas. On les placeroit auprès de l'étalon, après avoir nettoyé sa branche inférieure; & lorsqu'ils seroient à la même température, & dans une position verticale, on mettroit sur les baromètres à régler, une échelle de deux ou trois pouces suivant les climats, divisée en lignes & subdivisée en quarts de ligne, en la fixant de manière que ces baromètres indiquassent sur leur échelle, la même hauteur qu'indiqueroit l'*étalon*. Par cette opération seule, ils représenteront tous & constamment la vraie hauteur de la colonne de mercure, que le poids de l'atmosphère peut tenir en équilibre au moment de l'observation.

Lorsqu'on observe, le baromètre doit être d'aplomb, & l'œil au niveau du mercure; de plus il faut toujours frapper le baromètre avant d'observer, pour prévenir les effets de l'adhésion du mercure aux parois du tube.

Il faut observer que les baromètres qu'on porte fréquemment sur les montagnes, sans prendre quelques précautions, reprennent un peu d'air; il faut donc contenir le mercure dans le tube, de maniere qu'il ne puisse pas baloter.

Pour contenir le mercure dans le baromètre, on a employé un ressort. La *figure* 322 montre la boîte d'ivoire qui sert de réservoir au baromètre, & qui contient le ressort portant à son extrémité inférieure une soupape d'acier, garnie par dessous d'une peau mince, qui s'applique exactement sur l'ouverture du tube de verre recourbé qui forme le baromètre; l'extrémité supérieure du ressort est fixée dans le haut de la boîte; une petite échelle d'une ligne de largeur, posée sur la glace, sert à indiquer la hauteur du mercure dans le réservoir.

Le tube étant rempli pour le transport, on ôte l'excédent du mercure, en tirant une cheville placée au bas de la boîte; lorsqu'on met le baromètre en expérience, la soupape doit être ouverte; lorsqu'on veut de nouveau le transporter, on fait rentrer le mercure dans le tube en l'inclinant; on tourne alors la cheville, & la soupape s'abaisse; l'inconvénient de ce moyen est que le mercure fait casser le ressort au bout de quelque temps, ainsi que l'assure M. Deluc. C'est pourquoi ce physicien employa l'appareil de la *figure* 323, qui est semblable pour l'extérieur au précédent; la soupape est à peu près de même, seulement elle est plus épaisse, & dans une position différente. Cette soupape tend toujours à s'ouvrir, par l'effort d'un ressort presque circulaire, monté sur deux longues jambes, & fixé par deux vis aux côtés de la charnière. Ce ressort forme à son extrémité opposée aux jambes une espèce d'anse, qui s'abaisse & passe par-dessous la fourchette de la soupape. On l'a élevé de cette manière, pour qu'il soit hors du mercure lorsqu'il est bandé; c'est-à-dire, quand le mercure est rentré dans le tube du baromètre, & que la soupape est fermée : dans la figure la soupape est fermée. On a substitué à la cheville d'acier qui élevoit la soupape par le moyen de la chaîne une autre cheville à peu près semblable. Ici le mercure est contenu par un effet semblable à celui du coin. On doit observer que les pièces d'acier se rouillent, pour peu qu'elles séjournent dans le mercure : ainsi ce moyen n'est pas sans défaut; c'est pourquoi il faut avoir recours au *baromètre portatif de M. Deluc*, dont nous avons parlé à l'article *Différentes espèces de baromètre*, & en particulier *baromètre portatif*. On y verra la substitution heureuse que cet habile physicien a faite d'un robinet aux soupapes; robinet qui n'est sujet à aucun inconvénient lorsqu'on suit dans sa construction les précautions qui sont prescrites. On y a représenté en particulier, dans une figure, la forme de ce robinet, & on y voit la figure entière de ce baromètre, dont on a encore détaillé la manière de s'en servir pour mesurer les hauteurs.

Le baromètre portatif étant construit selon les principes de M. Deluc, toutes les précautions prescrites étant observées, on connoîtra avec précision la différence de hauteur des deux lieux donnés en y faisant des observations simultanées. Le baromètre, en l'une des deux stations, peut être de la forme ordinaire, pourvu qu'on ait soin de le mettre d'accord avec celui qui est destiné au transport, en plaçant convenablement son échelle; il doit être aussi purgé d'air par le feu, & accompagné d'un thermomètre.

Le baromètre portatif dont on vient de parler peut avoir un niveau qui lui soit adapté, pour estimer, par la hauteur des lieux où l'on se trouve, celle des lieux circonvoisins; dans la figure qui le représente, on voit des pinules qui ont été placées sur la boîte de ce baromètre.

De ce que ce niveau est joint au baromètre, il en résulte d'abord qu'il n'est pas nécessaire de se transporter avec le baromètre dans tous les lieux dont on veut connoître la hauteur; celle du lieu où l'on se trouve, peut servir à en déterminer beaucoup d'autres par le moyen du niveau. En montant ou descendant sur le penchant d'une haute montagne, & joignant toujours les observations du baromètre à celles du niveau, on peut connoître la hauteur de tous les lieux qu'on découvre dans les environs.

On peut voir dans le Journal de Physique, dirigé par M. de la Metherie, année 1786, juillet, pag. 16, un mémoire de M. Pasumot sur la manière de déterminer l'élévation d'un sol au-dessus du niveau de la mer, conclue des observations de la hauteur du mercure dans le baromètre; puisque la hauteur du mercure varie à mesure que la colonne d'air correspondante est plus longue ou plus courte; il est donc nécessaire d'avoir un lieu fixe pour déterminer la hauteur du mercure; & comme cette hauteur varie encore à raison de la variation de l'état de l'atmosphère, il faut observer la plus grande hauteur & la plus petite pour fixer une hauteur moyenne qui puisse être un terme de comparaison. Pour cela on choisit le bord de la mer où la hauteur moyenne du mercure est de 28 pouces, qui sont le terme de comparaison, & qui seront conséquemment le point fixe de la hauteur moyenne pour tous les endroits qui ne seront ni plus élevés, ni plus abaissés. D'où il résulte qu'en déterminant la hauteur moyenne du mercure dans le lieu qu'on habite, on connoîtra son élévation au-dessus du niveau de la mer, au moins très-à peu près, en réduisant en toises la différence entre cette hauteur moyenne & celle de 28 pouces. C'est ainsi qu'après beaucoup d'observations, on a déterminé la hauteur moyenne du mercure dans la salle de l'Observatoire royal de Paris, à 27 pouces 7 lignes 2 tiers, qui, selon l'évaluation de MM. Cassini & Maraldi, donnent 46 toises d'élévation au-dessus du niveau de l'Océan, & 45 au-dessus du niveau de la Méditerranée. On cherchera donc le résultat moyen des principales observations faites dans un lieu sur la plus grande & la plus petite hauteur, en ayant égard à la température moyenne des observations.

Hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer. On dit communément que cette hauteur est de 28 pouces; mais le P. Cotte, très-versé dans cette matière, pense que cette détermination est trop petite; il se fonde, 1°. sur les observations que l'abbé Chappe a faites au niveau de la mer, dans son voyage en Sibérie; 2°. sur l'assertion de M. Suckburgh, qui a trouvé, d'après cent trente-deux

deux observations faites, tant en Angleterre qu'en Italie, que la hauteur du mercure au bord de la mer est de 30,04 pouces anglois ; ce qui répond à 28 pouces 1,8 lignes de notre pied-de-roi ; 3°. sur la détermination de M. l'abbé Toaldo, qui dit que cette hauteur à Padoue est de 28 pouces 1,4 lignes ; 4°. sur l'expérience de M. de Lamanon, qui, au bord de la Méditerranée, a trouvé que l'état moyen du baromètre, au niveau de la Méditerranée, étoit de 28 pouces 2 lignes ; 5°. sur la différence qui doit se trouver entre l'élévation du mercure au bord de la Seine, à Paris, au pont-royal, & cette même élévation au bord de la mer, il est certain qu'elle est dans ce premier endroit de 28 pouces 0,0 lignes au moins; elle doit donc être plus grande au bord de la mer ; & si on se fixe à la hauteur de 28 pouces 1,8 lignes, déterminée par M. Suckburgh, la Seine auroit environ 22 toises de pente depuis Paris jusqu'au Havre, en comptant, avec M. Deluc, 13 toises par ligne ; & elle en auroit 25 en comptant 15 toises par ligne avec M. Suckburgh. M. Picard lui donne 176 pieds ou 29 toises 2 pieds de pente, depuis le fond de cette rivière jusqu'au niveau de la mer; ce qui se réduit à 24 toises 5 pieds, en partant du n°. 13 de l'échelle du pont-royal. Cette mesure répondroit à environ 2,0 lignes de différence pour le baromètre; ainsi, dans tous les cas, l'élévation moyenne au bord de la mer, doit être plus grande que celle de 28 pouces qu'on assigne ordinairement. D'après la discussion que le P. Cotte a faite des observations de divers physiciens dans des ports de mer, & pendant plusieurs années, il en résulte que cette élévation moyenne approche beaucoup de 28 pouces 3,0 lignes sur le bord de l'Océan.

La règle générale que M. Deluc a donné pour trouver les hauteurs des montagnes par le moyen du baromètre, en tenant compte de l'effet de la chaleur, consiste à prendre les cinq premiers chiffres des logarithmes de la hauteur du baromètre en lignes ; dans les deux stations, la différence donne la hauteur en toises, lorsque le thermomètre est à 16 degrés trois quarts au-dessus de la congélation; il en faut ôter un deux cent quinzième pour chaque degré dont le thermomètre est plus bas, ou ajouter $\frac{1}{215}$ pour chaque degré au-dessus de 16 degrés $\frac{3}{4}$.

Plusieurs physiciens ont appliqué cette règle à leurs observations, & ont cru devoir faire quelques corrections à ces nombres ; les différences viennent peut-être de l'humidité de l'air, dont M. Deluc n'a pu tenir compte.

M. le chevalier Suckburgh, pendant le séjour qu'il fit à Genève, en 1775, mesura géométriquement & par le baromètre, les hauteurs de Salève & du Mole. Ces montagnes avoient été mesurées par M. Deluc; mais le résultat des nouvelles opérations fut que la méthode de M. Deluc donnoit les hauteurs trop petites d'environ un cinquantième. M. Tremblay, qui a calculé ces observations suivant la méthode de M. Deluc, les a réduites en tables, en a discuté la marche, & a trouvé que c'est vers le douzième degré du thermomètre que la correction doit être nulle, & non à 16 $\frac{3}{4}$.

L'on trouve aussi dans les transactions philosophiques pour 1777, un mémoire très-détaillé de M. le colonel Roy, sur ce sujet. Il contient 83 observations de hauteurs barométriques faites en Angleterre, & comparées avec les mesures géométriques. Au moyen de ces observations, M. Tremblay a calculé une table analogue à celle qu'il a donnée pour les observations de M. le chevalier Suckburgh, & il trouve onze degrés & demi pour le degré où la correction est nulle; & $\frac{1}{192}$ pour la correction qui répond à chaque degré au-dessus ou au-dessous du terme. On peut voir sur cet objet, outre les ouvrages qu'on vient de citer, l'analyse de quelques expériences faites pour la détermination des hauteurs par le moyen du baromètre, par M. Jean Tremblay, & le Journal des Savans, septembre 1786.

M. Rosenthal & M. Damas se sont aussi occupés de cet objet ; M. Hennert, professeur de Mathématiques à Utrecht, a fait une dissertation sur la mesure des hauteurs, qui a été couronnée par l'académie des Sciences de Gottingue. Par une analyse, il y soumet au calcul toutes les observations qui ont été faites sur les hauteurs du baromètre pour trouver les hauteurs des montagnes, & donne des formules & des tables pour les réduire avec plus d'exactitude. Il fait voir encore dans cet ouvrage que les dilatations des mesures vont en diminuant, & qu'ainsi le thermomètre à mercure n'est pas propre à déterminer la dilatation de l'air, & qu'il faudroit y employer un manomètre ou thermomètre à l'air ; il y a inséré des tables pour les réduire l'une à l'autre, en donnant pour chaque degré du thermomètre de Fahrenheit, les dilatations du mercure & celles de l'air sec & de l'air humide. (*Voyez* le mot GAZ, sur la manière de déterminer leurs quantités par le volume).

M. Deluc, depuis la publication de son ouvrage sur les modifications de l'atmosphère, a essayé ses règles pour la mesure des hauteurs par le baromètre dans les profondeurs des mines du Hartz, afin de savoir si dans ces puits, où les exhalaisons de tant d'espèces se répandent, les condensations de l'air suivoient les mêmes lois qu'au dehors; & il a trouvé, en comparant ses mesures barométriques avec des mesures géométriques, que la différence étoit très-peu de chose : ce qui le surprit d'abord; car il avoit imaginé que les exhalaisons de toute espèce qui se répandent dans les mines,

devoient y altérer les loix communes de l'élasticité de l'air en différens degrés de chaleur, & peut-être son élasticité absolue. Mais en réfléchissant ensuite sur cette singulière conformité de l'air des mines avec l'air extérieur, il en apperçut la cause dans le soin extrême qu'on prend d'y faire circuler l'air extérieur, pour empêcher les mauvais effets des exhalaisons.

Malgré toutes les expériences & observations par lesquelles M. Deluc a cherché à réaliser l'attente des grands physiciens qui songèrent les premiers à la mesure barométrique des hauteurs, cette méthode est sujette encore à des anomalies très-sensibles, qui ne procèdent plus de défauts, ni dans les instrumens, ni dans le principe fondamental de la formule, ni dans l'équation pour les différences de la chaleur de l'air, mais de changemens dans la nature de l'air lui-même, supposée inaltérable dans la théorie de cette mesure. « J'avois déjà établi, d'après mes expériences, dit ce savant dans une de ses *Lettres sur la Météorologie*, Journ. de Physique, par M. de la Metherie, en 1790, la probabilité de cette cause générale d'anomalies; & partant alors de ma théorie sur les variations du baromètre, j'avois montré que les vapeurs aqueuses pouvoient changer, tant la pesanteur spécifique des colonnes, que la loi des densités relatives aux pressions, & même la dilatabilité des colonnes mixtes par l'effet de la chaleur; & j'indiquois par ces raisons le besoin d'un hygromètre pour perfectionner cette mesure. Mais encore ici, la quantité des vapeurs aqueuses n'est point assez grande pour qu'on puisse attribuer à ses variations les anomalies observées? Ne viendroient-elles donc point du mélange à l'air commun, de quelque fluide aériforme »? Ce sont peut-être ces raisons ou d'autres semblables qui ont fait croire à quelques physiciens qu'on s'étoit trop pressé de supposer des règles fixes & de construire des tables en conséquence, tandis qu'on avoit encore tant de sujets d'incertitude. Quoi qu'il en soit, il étoit de notre devoir de rapporter avec fidélité & impartialité l'état des choses sur cette intéressante question.

Le frottement du mercure contre les parois du tube du baromètre, & leur attraction mutuelle sont encore une des grandes difficultés qui restent pour parvenir à une exacte observation de la hauteur du mercure dans le baromètre. On n'est jamais sûr que le bord du mercure au contact du tube, soit à une hauteur exactement correspondante au poids de l'air. Ce bord s'élève trop ou trop peu, suivant des circonstances dépendantes, sans doute de l'état du verre & du mercure, qu'on ne sauroit déterminer, mais dont la variété est prouvée par celle des points où ces bords s'arrêtent successivement dans les mêmes temps, lorsqu'on agite la colonne; par l'irrégularité du bord dans certaines parties du tube, malgré des secousses qui sembleroient devoir détruire tout ce qui ne tient qu'au frottement; par la différence que l'on trouve quelquefois dans la hauteur de la colonne barométrique, en changeant la quantité du mercure dans un même tube; & enfin plus particulièrement par la comparaison de deux baromètres également bien faits, qui s'écartent tres-souvent & en sens contraire, d'$\frac{1}{16}$, & même quelquefois d'$\frac{1}{8}$ de ligne.

Persuadé que cette incertitude étoit occasionnée par le frottement du mercure contre le verre, & par des variétés dans leur attraction mutuelle, M. Deluc avoit désiré, comme il le dit dans son ouvrage, de pouvoir déterminer la hauteur de la colonne *barométrique*, en partant de la convexité du mercure à ses extrémités, parce qu'il pensoit que probablement l'axe de cette colonne ne participoit que fort peu au frottement qu'éprouve la circonférence, ni aux irrégularités de l'attraction du verre.

L'*attraction* & le *frottement* agissent si fort sur la couche extérieure du mercure à la circonférence de la colonne qu'en apparence, elle ne se meut pas. Quand le mercure monte, l'extrémité de la colonne forme comme une *gerbe* qui se verse du milieu vers les bords. Quand au contraire il descend, la surface s'applatit, souvent même se creuse, & le mercure coule des bords vers le milieu. On apperçoit fort bien cette maniere de se mouvoir du mercure, quand il y a de la poussière dans les tubes; car elle reste immobile, ainsi que l'air qui l'environne, quoiqu'on balance fortement le mercure, tant qu'elle reste le long de la colonne, entre le mercure & le verre; & s'il y en a de flottante à la surface supérieure du mercure, on la voit entraînée du milieu vers les bords, quand le mercure monte; & au contraire quand il descend, elle revient des bords vers le centre, & s'accumule à la surface, à cause de sa légéreté qui l'empêche de suivre le courant du mercure, rentrant par l'*axe*. Il est donc certain que le milieu de la colonne de mercure dans le baromètre, obéit beaucoup mieux que ses bords à la pression de l'air. C'est ce qui avoit fait songer à M. Deluc, pendant quelque temps, à observer la hauteur de cette colonne par les extrémités de son axe, mais il ne parvint pas d'une manière qui le satisfît, à rapporter la hauteur de ce milieu de la colonne sur l'échelle, leur distance y étoit un obstacle; il craignoit que la parallaxe & la réfraction qui pouvoient résulter de la position de l'œil, n'occasionnassent plus d'erreur que l'irrégularité des bords, dont il pouvoit au moins déterminer assez exactement la hauteur par leur voisinage de l'échelle.

C'est cette difficulté de juger la hauteur de l'extrémité supérieure de l'axe de la colonne de mercure qui a été vaincue par M. Ramsden. La rainure dans laquelle les tubes des baromètres de cet

artiste sont enchâssés, est ouverte tout au travers de la monture, dans l'étendue où le mercure peut se mouvoir. Un anneau ou petit tube de laiton qui embrasse le petit tube de verre, peut se mouvoir dans cette étendue ; il est porté par une pièce de laiton dentée, qu'un pignon fait monter ou descendre à volonté. A la partie antérieure de l'anneau est attachée un *vernier* qui marque sur l'échelle, en millième de pouces, la hauteur du bord inférieur de l'anneau.

Quand on veut observer le baromètre, il faut le placer de façon que le côté antérieur soit opposé à la lumière. On amène ensuite l'anneau un peu au-dessus de la colonne de mercure ; puis on le fait abaisser lentement, jusqu'à ce qu'il ne reste plus de jour entre son bord inférieur & le sommet convexe de cette colonne. Quand l'anneau est près d'arriver à ce point, on apperçoit la lumière réduite en cet endroit à un trait qui s'amincit de plus en plus, & enfin se coupe subitement. Rien n'est plus distinct que ce *contact* & un *millième de pouce* de différence dans la hauteur de l'anneau, le produit ou le détruit. On ne sauroit désirer d'observation plus précise.

Il n'y a donc plus de doute sur la meilleure manière d'observer la hauteur du mercure dans le baromètre, & il en reste bien peu sur l'exactitude du rapport de cette hauteur ainsi observée avec le poids de l'air. Car, quoique les causes des irrégularités dont on a parlé ci-dessus, qui s'exercent immédiatement sur les bords de la surface supérieure de la colonne, influent encore sur le milieu de cette surface, comme M. Ramsden l'a remarqué dans ses baromètres, où la convexité du mercure ne se trouve pas toujours exactement au même point, avant & après une secousse ; cette influence est cependant si petite, quand le tube a 2 $\frac{1}{2}$ à 3 lignes de diamètre intérieur, qu'on peut alors, sans erreur sensible, la compter pour rien.

Si on veut appliquer cette invention au baromètre de M. Deluc, qui est à syphon, on mettra un anneau mobile au tube inférieur comme au tube supérieur. Ces deux anneaux seront portés par deux tringles qui, se rencontrant dans le milieu de la hauteur du baromètre, y glisseront l'une contre l'autre. Alors on lira l'observation sur un vernier fixé à l'une des deux tringles, tandis que l'autre portera l'échelle du baromètre ; & on amenera les deux anneaux au contact des deux extrémités de la colonne de mercure, & par-là chaque tringle s'étant mue de la même quantité que son anneau, la distance verticale de ceux-ci, soit la hauteur barométrique du mercure, sera exprimée par le vernier sur l'échelle.

Baromètre lumineux. On a donné le nom de baromètre lumineux ou de *Baromètre phosphore* à tous ceux qui, faits selon une certaine méthode qu'on exposera bientôt, montrent une lumière dans la partie supérieure du tube, lorsqu'on les secoue un peu dans l'obscurité.

La première observation de ce phénomène a été faite par M. Picard en 1676 ; il crut d'abord que cet effet venoit du mercure qui avoit été revivifié du cinabre. Mais en ayant donné du même à M. de la Hire, celui-ci ne put réussir à obtenir de la lumière. L'expérience n'eut même pas lieu, lorsqu'après la mort de M. l'abbé Picard on démonta & on rechargea ensuite son baromètre avec le même mercure.

Ce fut vers le même temps que M. Cassini s'apperçut que le sien commençoit à donner de la lumière. M. de la Hire trouva ensuite que celui de M. Picard commençoit à redevenir lumineux. Néanmoins quelques années après il perdit de nouveau cette vertu, quoiqu'on ne l'eût point dérangé. M. de la Hire crut alors que la matière qui produisoit cette lumière s'étoit consumée ou dissipée, & qu'il ne devoit pas espérer de la rétablir. Mais enfin après avoir démonté & remonté ce baromètre vers la fin d'avril 1694, il redonna de la lumière étant agité, & continua ensuite d'en donner. L'expérience ne fut pas favorable aux conjectures qu'on avoit formées sur la cause de ce phénomène, car le mercure du baromètre de M. Picard ne devint pas lumineux dans un autre tube, & celui de M. de la Hire produisit de la lumière à diverses fois. (*Anciens Mémoires de l'Académie des Sciences.*)

M. Jean Bernoulli, professeur en mathématiques à Groningue, imagina en 1700 un autre hypothèse pour expliquer ce phénomène qui lui avoit réussi, car il étoit venu à bout de former des baromètres lumineux, étant secoués dans l'obscurité.

Comme l'on pouvoit soupçonner que la lumière, ou du moins une grande lumière, n'étoit si rare dans les baromètres, que parce qu'il n'y avoit pas un vuide parfait dans le haut du tuyau, ou que le mercure n'étoit pas bien purgé d'air, il s'assura par expérience, qu'avec ces deux conditions, des baromètres n'étoient encore que très-foiblement lumineux ; & par conséquent que ce n'étoit-là tout au plus que des conditions, & qu'il falloit chercher ailleurs une véritable cause. De plus, son baromètre n'étoit en expérience que depuis quatre semaines, lorsqu'il rendit de la lumière ; & ainsi on ne peut pas dire que la raison pourquoi plusieurs n'en rendroient pas, est peut-être qu'il y avoit trop peu de temps qu'ils étoient en expérience.

M. Bernoulli avoit remarqué que quand on se-

couloit le baromètre, & que par conséquent on faisoit aller le mercure avec rapidité, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous du point d'équilibre, la lumière ne se montroit que dans la descente du mercure, & qu'elle paroissoit comme attachée à sa surface supérieure. De-là il conjectura que quand par cette descente il se forme dans un tuyau un plus grand vide que celui qui y étoit naturellement, il peut sortir du mercure pour remplir ce vide en partie, une matière très-fine, qui étoit auparavant renfermée & dispersée dans les interstices très-étroits de ce minéral. D'ailleurs il peut entrer dans ce même moment par les pores du verre, plus grands apparemment que ceux du mercure, une autre matière moins déliée, quoique beaucoup plus déliée que l'air, & la matière sortie du mercure, & toute rassemblée au-dessus de sa surface supérieure, venant à choquer impétueusement celle qui est entrée par les pores du verre, y fait le même effet que le premier élément de Descartes sur le second, c'est-à-dire, produit la lumière.

Mais pourquoi ce phénomène n'est-il pas commun à tous les baromètres? Pour l'expliquer, M. Bernoulli imagina que le mouvement de la matière subtile qui sort du mercure avec impétuosité, lorsqu'il descend, pouvoit être détruit, affoibli, interrompu par quelque matière hétérogène au mercure qui se seroit amassée sur sa surface supérieure, & y auroit été poussée par ce minéral plus pesant qu'elle; que cette espèce de pellicule ne manquoit pas de se former sur le mercure, dès qu'il n'étoit pas extrêmement pur; que même, quelque pur qu'il fût de lui-même, il contractoit en peu de temps, par le seul attouchement de l'air, les saletés qui composent cette pellicule; qu'afin qu'il les contractât en un instant, il ne falloit que le verser en l'air de haut en bas, comme l'on fait ordinairement dans la construction des baromètres; que ce mouvement lui faisoit ramasser dans l'air plus de saletés qu'il n'auroit fait durant plusieurs jours étant en repos; qu'enfin cela supposé, une méthode sûre pour avoir un baromètre lumineux, étoit de le faire d'un mercure bien pur, & qui sur-tout, quand on le feroit entrer dans son tuyau, ne traversât point l'air & ne s'y souillât point.

Le succès des expériences répondit à tout ce raisonnement de M. Bernoulli, qu'il avoit fait sans aucune expérience préalable; excepté peut-être ce qui regardoit la pellicule formée sur la surface du vif-argent.

En effet, si on expose du vif-argent dans quelque vase à l'air libre, on trouvera au bout de quelque temps sa superficie extérieure trouble & couverte d'une pellicule très-mince, laquelle étant ôtée par le moyen d'une plume nette, la surface redevient polie: mais si on le laisse encore exposé à l'air, une autre pellicule, d'abord semblable à une toile d'araignée qui s'épaissit avec le temps, s'étendra par-dessus. Cette pellicule paroît au microscope fort semblable à de l'argent battu en feuille: en effet, ce n'est qu'un tissu très-fin d'une espèce de mousse ou de poil très-fin, qui, séparée du vif-argent par l'agitation de l'air, est repoussée à la surface; & se mêlant là avec les corps hétérogènes que l'air y amène, forme cette espèce de pellicule. Cette pellicule paroît plus ou moins dans toute les liqueurs exposées à l'air; elle est formée par les corpuscules qui s'exhalent & retombent ensuite dessus.

Si on laisse tomber de la hauteur d'un pied seulement une goutte de vif argent le plus net qu'il soit possible, dans un vase où il y en ait aussi de si net, que la superficie soit polie comme celle d'un miroir, la goutte tombant sur cette surface polie, la ternira à l'endroit où elle tombera; preuve que toute nette qu'elle étoit, elle avoit été infectée de l'impureté de l'air: ainsi quand on fait tomber le vif-argent goutte-à-goutte dans le baromètre, ces gouttes tombant les unes sur les autres, font crever les petites pellicules, qui bientôt après remontent à la surface, & se mettent entre la surface convexe du mercure & la surface concave du verre. En effet, si le tuyau étant ainsi rempli on le renverse pour en faire un baromètre en le fermant du bout du doigt, on verra que le mercure, en descendant dans le tuyau, laissera en arrière des restes de cette pellicule attachés aux parois du verre.

En supposant que cette pellicule couvre exactement les pores de la surface du vif-argent, il sera aisé de concevoir qu'elle bouche le passage à la matière renfermée dans le mercure, de même que le vif-argent qui passe par les peaux de presque tous les animaux, n'y sauroit passer quand on n'en ôte pas cette peau fine que les médecins appellent *épiderme* ou *cuticule*.

Rien de si nuisible à l'apparition de cette lumière que l'humidité; car si l'on fait entrer de l'eau dans le tuyau, bien disposé d'ailleurs, avec le vif-argent ou même de l'esprit-de-vin rectifié (quoique l'esprit-de-vin soit par lui-même inflammable), ces matières se mettant dans le tuyau au haut du vif-argent, font l'effet de la petite pellicule, qui est d'empêcher la lumière. Il faut donc que le tuyau soit bien dégraissé & net en dedans. Cela posé, voici deux manières pour empêcher que le mercure ne contracte d'impuretés en passant dans le tuyau.

Première manière. Pour cela il faut plonger

un tuyau d'environ trois pieds de long dans un vase d'assez petite hauteur, plein de mercure, le faire tremper dans ce mercure assez profondément, & incliner ce tuyau à la surface du mercure contenu dans le vase, le plus obliquement que le puisse permettre la hauteur du vase (M. Bernoulli faisoit faire au sien un angle de 18 degrés à-peu-près avec l'horison); ensuite sucer fortement par le bout supérieur, de façon que le tuyau s'emplisse à la fin tout entier de vif-argent. Lorsqu'il en est ainsi rempli, il faut faire boucher avec le doigt par une autre personne, le bout du tuyau qui trempe dans le mercure, & fermer ensuite soi-même aussi avec son doigt le bout supérieur du tuyau (il faut sucer tout de suite, de peur qu'en reprenant haleine, on ne rende le dedans du tuyau humide). Il est évident qu'en ce cas le mercure n'a point été sali par l'air, si ce n'est peut-être la première goutte qui est montée, & qui a essuyé toutes ces saletés; aussi faut-il laisser entrer un peu de mercure dans sa bouche; auquel cas, cette première goutte étant ôtée, le mercure sera le plus net qu'il puisse être. Le tuyau étant ainsi fermé avec le doigt par les deux bouts, il faut le mettre tremper par son extrémité dans un autre vase plus étroit que le premier, & rempli de mercure à une hauteur plus grande que le vase dans lequel on avoit fait d'abord tremper le tuyau. Si on porte le tuyau en cet état avec le vase dans l'obscurité, le moindre balancement y produira une lueur capable d'éclairer à un pied de distance, assez pour pouvoir lire un caractere d'une grosseur médiocre.

IIe. manière. Il faut mettre perpendiculairement un tuyau fermé par un bout dans un vase plein de mercure où il trempe par le bout ouvert; le poser avec ce vase dans la même situation, sous un récipient fait exprès pour cela, ensuite en retirer l'air qui sortira du tuyau par le vase en faisant des bulles sur la surface du mercure qui y est contenu: lorsqu'on en aura retiré le plus qu'il sera possible, il faudra le laisser rentrer; il n'en pourra monter dans le tuyau à cause du mercure où il trempe par son bout ouvert. Cet air donc pesant sur la surface du mercure contenu dans le vase, fera monter le mercure dans le tuyau à la hauteur de 25 à 26 pouces, parce qu'on ne peut jamais tirer tout l'air du récipient, & que l'air qui dans ce cas reste dans le tuyau se condense, & augmente de force à mesure que le mercure y monte. Cet air étant très-purifié à cause de sa dilatation, le vif-argent en y passant demeurera net, & l'expérience de la lumière réussira aussi bien que dans la première manière, quoiqu'il y ait de l'air au haut du tuyau.

Quelque ingénieuse & vraisemblable que paroisse cette explication, néanmoins l'Académie des Sciences, à qui M. Bernoulli la communiqua (*voyez* année 1701 & *suiv.*), remarqua pour lors que quelques baromètres donnoient de la lumière sans avoir été faits avec les précautions de M. Bernoulli, & que quelques-uns faits avec les précautions rapportées ci-dessus n'en donnoient point. C'en fut assez pour qu'elle suspendît son jugement.

Il faut, suivant le systême de M. Bernoulli, 1°. que le mercure soit extrêmement pur; 2°. que le baromètre soit construit de manière que le mercure en y tombant ne traverse point l'air; 3°. que le vide du haut du tuyau soit aussi parfait qu'il peut être; car il faut que le choc des deux matières subtiles dont parle M. Bernoulli, ne soit point affoibli par l'air, qui étant fort grossier en comparaison de ces deux matières, feroit l'effet d'un sac de laine qui reçoit un coup de canon. La différence d'effet des expériences de Groningue & de Paris sur des baromètres qui paroissoient avoir les mêmes conditions, aussi bien que le mercure qui y étoit enfermé, fit juger que le mercure de M. Bernoulli & celui des baromètres lumineux de Paris, devoient avoir quelque chose de particulier, & ressembler par quelque accident à du mercure que l'on auroient rendu lumineux, en y mêlant, comme on fait quelquefois du phosphore liquide. M. Bernoulli, fondé sur le succès de ses expériences, conjecture qu'il y a eu quelque faute dans celles de l'Académie. La méthode, par exemple, de remplir le tuyau avec une bourse de cuir qu'on dit être équivalente à la sienne, a pourtant cela de différent que c'est ici le mercure qui doit pousser l'air devant lui, lequel, en faisant quelque petite résistance, peut laisser attachée aux côtés du verre quelques restes ou bulles d'air, qui suffiront pour engendrer la pellicule; au lieu que dans la methode de M. Bernoulli, pour remplir le tuyau, l'air extérieur pousse le vif-argent en haut, & le vif-argent ne fait que suivre le mouvement de l'air interieur, qui par sa raréfaction sort sans peine du tuyau; peut-être aussi le tuyau de l'Académie n'étoit-il pas bien net. Les amples tuyaux sont, suivant l'expérience, les meilleurs, parce qu'outre que le mercure, dans un tuyau plus large, se meut plus librement que dans un tuyau étroit, où le frottement du mercure contre le verre diminue la vîtesse de la descente; la pellicule, s'il s'en forme, doit être aussi plus épaisse dans un tuyau étroit que dans un autre, parce que ne pouvant s'étendre en large, elle s'épaissit en hauteur. Or, le tuyau de l'Académie n'étoit pas assez large, selon M. Bernoulli, n'ayant qu'une ligne & demie de diamètre.

Il est difficile de remplir le tuyau de mercure avec la bouche, sans y mêler un peu d'haleine ou de salive; plusieurs n'y ont pu réussir. M. Bernoulli dit qu'il le faisoit aisément, pouvant d'ailleurs tirer avec la bouche, d'un petit récipient,

$\frac{7}{8}$ de l'air qu'il contient, sans se trop efforcer. Il vaut mieux faire ces expériences de nuit que de jour; car quand on entre tout d'un coup dans l'obscurité, les yeux encore frappés de l'éclat d'une grande lumière, ne peuvent appercevoir la foible lueur du baromètre, qui paroît assez pendant la nuit obscure.

Quant aux baromètres qu'on dit n'avoir pas été faits avec les mêmes précautions, & cependant donner de la lumière, peut-être qu'en y jettant le vif-argent on a tenu le tuyau fort obliquement à l'horison, pour laisser couler doucement les gouttes de mercure comme dans un canal, ce qui empêche l'air de l'infecter tant; quoiqu'en ce cas il arrive souvent qu'il ne rend pas autant de lumière que des baromètres faits par la suction, ou dans la machine du vide; peut-être le mercure n'étoit-il pas bien purifié de toute matière dont l'attouchement de l'air pût former une pellicule.

Cette lumière paroît dans toute sorte de vif-argent préparé à la manière de M. Bernoulli; cela ne vient donc point de quelque chose de particulier dans le sien, qui enfermé dans le tuyau sans les conditions proposées, ne rend que peu ou point de lumière.

Une des principales raisons qui fait que la pellicule du mercure empêche la lumière, c'est peut-être qu'on secoue trop uniformément le mercure, se contentant de le balancer, auquel cas cette pellicule, s'il y en a, ne sort point de la superficie du mercure, & y demeure toujours attachée. Comme il est difficile d'éviter cette pellicule des baromètres remplis même à la manière de M. Bernoulli, il semble que si on pouvoit la crever, ce qui se feroit en remuant le mercure en tous sens, comme on fait l'eau d'une bouteille qu'on rinse, il pourroit paroître de la lumière. En effet, si on tire l'air d'une petite fiole pleine de mercure, en la mettant sous la machine pneumatique, par le moyen d'un robinet cimenté à son cou, & qu'on agite en tout sens le mercure qui y est contenu, on voit une lumière bien plus vive que celle du baromètre, & cela arrive avec toute sorte de mercure, excepté lorsque l'air n'est pas assez exactement tiré de la fiole; ou qu'on y en laisse entrer un peu; alors la lumière est plus foible, & diminue de plus en plus, nonobstant l'agitation réitérée de la fiole, même jusqu'à disparoître entièrement: après quoi il faut tirer l'air de nouveau de la fiole, si on veut qu'elle paroisse. On voit au jour le mercure de cette fiole dont la lumière est affoiblie, couvert d'une pellicule épaisse, & semblable à de la pâte mêlée de poussière, d'où il paroît qu'un peu d'air agité salit fort le mercure, & le couvre d'une peau assez épaisse pour empêcher absolument la lumière; car s'il n'y a point d'air, l'agitation ne fait que rendre le mercure plus pur; qui par là se délivre de tout ce qu'il pourroit contenir d'étranger, qu'il rejette à la surface du verre, qu'on voit aussi un peu trouble: ainsi le mercure est rendu de plus en plus lumineux.

Si le robinet de la fiole est d'airain, le vif-argent le corrompt; il faut donc, pour l'éviter, mettre un bouchon de liége qui bouche exactement la fiole, & de la cire par-dessus, puis percer la cire & le bouchon de liége pour faire sortir l'air de la fiole sous la machine pneumatique: ensuite laissant le récipient dessus sans rendre l'air, faire fondre avec un verre ardent la cire d'autour du trou, qui se répandant alors sur le trou, le fermera. Voilà donc un nouveau phosphore perpétuel, & qui outre cela a l'avantage de pouvoir se transporter dans une fiole bien bouchée, pourvu que, 1°. cette fiole ait été bien nette; 2°. qu'on n'ait pas beaucoup remué le mercure avant d'en tirer l'air; 3°. qu'on tire le plus d'air qu'il soit possible.

M. Homberg a donné une autre raison de la lumière des baromètres. Souvent pour nettoyer le mercure on se sert de la chaux vive préférablement à de la limaille de fer, alors le mercure qui, s'élevant dans la distillation, s'est criblé au travers de cette matière, peut en avoir emporté des parties capables, par leur extrême délicatesse, de se loger dans ses interstices; & comme la chaux vive retient toujours quelques particules ignées, il est possible que ces particules agitées dans un lieu vide d'air, où elles nagent librement & sans être étouffées par aucune autre matière, produisent un éclat de lumière. En effet, plusieurs baromètres faits de mercure, ainsi nettoyés, étoient lumineux; mais M. Homberg appuyoit davantage sur le peu de nécessité des conditions de M. Bernoulli.

1°. Un mercure bien net ne contracte jamais d'impuretés à l'air: l'expérience le prouve. Il y a donc lieu de croire que celui de M. Bernoulli n'étoit pas bien net.

2°. Dans les baromètres lumineux anciens, le mercure étoit entré en traversant l'air.

3°. M. Homberg ayant vidé par la seconde méthode de M. Bernoulli, un tuyau qui ne trempoit presque point dans le mercure, l'air en sortoit en soulevant par son ressort le tuyau, & se glissant entre son bout & la surface du mercure. L'air étant raréfié jusqu'à un certain point, de façon cependant qu'on pouvoit encore en tirer assez, ne sortoit plus, parce qu'il n'avoit plus la force de soulever le tuyau. Le vide du baromètre de M. Bernoulli n'étoit donc pas aussi parfait qu'il pouvoit l'être.

Mais M. Bernoulli, outre les réponses précédentes, ajoute qu'il paroît que M. Homberg a trop enfoncé le tuyau dans le mercure pour en tirer l'air; celui de M. Bernoulli étoit presque à fleur de mercure, qui en effet y est monté à 26 pouces; ce qui est presque la hauteur ordinaire; outre que ce peu d'air restant dans le tuyau a notablement affoibli la lumière, comme M. Bernoulli l'a remarqué depuis; ainsi moins il y a d'air, plus la lumière est grande & durable.

Quand le mercure de M. Bernoulli ne seroit pas bien pur, l'air seroit toujours la cause, sinon naturelle, du moins efficiente du défaut de lumière, puisque ce même mercure en produit étant enfermé sans air dans le vide. Mais M. Bernoulli a trouvé un secret de le rendre net en le lavant bien avec de l'eau: on met sur le mercure cette eau, environ la hauteur de deux pouces; on agite fortement le mercure qui se mêle avec l'eau, puis on le laisse reposer; & il rejette à la surface l'eau sale & noirâtre: on réitère la lotion jusqu'à ce que l'eau ne paroisse plus ou presque point noirâtre, & alors le mercure est net. L'esprit-de-vin le lave plus vîte & mieux que l'eau; il s'est même trouvé un mercure fort épais, dans lequel il y avoit apparemment quelque matière huileuse & sulphureuse mêlée avec ses parties; ce mercure n'est devenu assez net pour rendre de la lumière qu'à force de lotions d'esprit-de-vin. Le mercure devient si pur par ce lavement même d'eau seule, qu'il rend quelquefois de la lumière, même dans une fiole pleine d'air; mais cette lumière est foible.

Ce mercure ainsi bien purifié, laisse sortir de ses pores assez de matière subtile pour vaincre la résistance de l'air.

Il faut bien sécher le mercure ainsi lavé, en le faisant passer par un linge net; car la moindre humidité nuiroit à l'expérience.

Quelquefois le mercure même, après l'agitation conserve en ses pores une matière gluante cachée, qui en les fermant ou le rendant roides, empêche la matière subtile de sortir, & par conséquent la lumière de paroître. La roideur des pores peut faire cet effet; car il faut que les pores se rétrécissent souvent pour laisser passer cette matière; or s'ils ne sont pas flexibles, ils ne pourront se rétrécir. Cela étant, il paroît que le mercure qu'on dit être devenu lumineux par la distillation à travers la chaux-vive, avoit cette roideur de pores causée par quelque matière gluante qu'il a laissée dans la chaux, en s'y filtrant & s'y purifiant par-là; & c'est à cette seule purification que M. Bernoulli en attribue la lumière, & non pas aux particules ignées de la chaux; de plus ces corpuscules ignées ne lui paroissent guère vraisemblables.

1°. Ces parcelles ignées deviendroient enfin inutiles par le fréquent usage, comme on voit arriver aux autres phosphores qui sont lumineux par le moyen de ces particules ignées; ainsi ce phosphore perdroit enfin sa vertu.

2°. Ces parcelles ignées assez petites pour se loger dans les pores du mercure, s'échapperoient, quand on secoueroit la fiole, par les pores du verre bien plus larges que ceux du mercure.

3°. Cela posé, la lumière paroîtroit également dans la descente & l'ascension du mercure.

Dans l'explication, au contraire, de M. Bernoulli, le mercure ne fait que prêter ses pores étroits à la matière subtile; dès que cette matière en est sortie par l'agitation, il en revient aussi-tôt d'autres par les pores du verre. Enfin M. Bernoulli gardoit depuis un an un de ces phosphores, qui n'avoit encore souffert aucune altération. Il croit même qu'une liqueur aussi pesante que le mercure, pourroit donner de la lumière; & cela posé, si on pouvoit rendre l'or fluide, il seroit, selon lui, le plus propre à en donner, étant le plus pesant de tous les corps; le plomb fondu même en pourroit donner, s'il étoit bien pur.

Quant au mercure qu'on rend lumineux en le mêlant avec du phosphore artificiel, M. Bernoulli attribue cette lumière au phosphore seul.

Toutes ces lumières artificielles sont extrêmement délicates. Il n'est pas sûr qu'en maniant une fiole, la sueur de la main ne passe, quoiqu'en très-petite quantité, au travers des jointures du bouchon, & ne nuise à la lumière. Il faut être dans ces expériences scrupuleux, défiant, & en quelque sorte superstitieux. Voici un exemple remarquable de la délicatesse de ces phosphores. M. Bernoulli avoit une fiole qui luisoit parfaitement & également depuis six semaines; une miette du liége qui la bouchoit s'étoit détachée & étoit tombée sur la surface du mercure où elle nageoit. M. Bernoulli brûla cette miette de liége au foyer d'un verre ardent; & le peu de fumée qui en sortit, diminua considérablement & sans retour la vivacité du phosphore, où il n'étoit arrivé nul autre changement. Cette pureté dont la lumière a besoin, fut souillée. M. Bernoulli a offert à l'académie de purifier le mercure dont elle se sert, & de le lui renvoyer lumineux. La confiance apparemment qu'on avoit en sa parole, a empêché qu'on n'exécutât sa demande.

L'académie en est restée là jusqu'en 1723, que M. Dufay donna son sentiment particulier, joint à l'histoire suivante des sentimens des savans sur cette matière, & à une manière simple & facile de rendre les *baromètres* lumineux, qu'un vitrier

allemand lui avoit apprise. En 1706, M. Dutal, médecin, fit insérer dans les *nouvelles de la république des lettres*, un mémoire, où il confirme la réussite des opérations de M. Bernoulli, & croit que l'académie ne les a pas faites assez exactement. En 1708, M. Hauksbée, après avoir détruit un phosphore construit avec un globe vide d'air, qu'il faisoit tourner rapidement sur son centre, & qui par ce moyen rendoit beaucoup de lumière lorsqu'on en approchoit la main, croit que la lumière du *baromètre* n'est causée que par les frictions du mercure contre les parois intérieurs du tube vide d'air grossier.

En 1710, M. Hartsoëker combattit les expériences de M. Bernoulli, niant tout, & n'apportant d'autre raison que la pureté du mercure & la netteté du tuyau; ce qui, suivant l'expérience, ne suffit pas.

En 1715, Jean-Frédéric Weidler combattit aussi M. Bernouilli, disant que la pellicule que contracte le mercure en passant par l'air, ne nuit en rien à la lumière, qu'il croit ne venir d'autre chose que de la répercussion des rayons, qui quoique dans l'obscurité, conservent leur même tension & leur même effort.

En 1716, Michel Heusinger dit dans une dissertation publiée sur ce sujet, que quelques *baromètres* où l'on remarquoit des bulles d'air, étoient lumineux, quoique moins, à la vérité, que ceux qui n'avoient point d'air; les bulles d'air même, à ce qu'il dit, donnent quelquefois de l'éclat. La pureté du mercure n'est pas encore nécessaire, puisque vingt-trois parties de mercure mêlées avec cinq de plomb, ont rendu de la lumière. Selon lui, les particules du mercure sont sphériques, & les interstices de ces petits globes contiennent beaucoup de matière subtile, qui s'en exprime lorsqu'on l'agite. Le mercure n'est lumineux que lorsqu'il descend, parce qu'alors il abandonne la matière subtile contenue dans ses pores : mais en remontant il en absorbe une partie, & l'autre s'en va par les pores du verre.

En 1717, M. de Mairan attribua cette lumière au soufre du mercure qui est en mouvement, & dit, qu'elle seroit beaucoup plus vive, s'il ne restoit dans les *baromètres*, les plus exactement vides d'air, une matière différente de la matière subtile & de l'air, qui arrête le mouvement de ce souffre & la lumière qui en résulte, ce qui arrive sur-tout lorsque le mercure monte; au lieu que quand il descend, il y a une partie du tuyau la plus proche de la surface du mercure qui reste, au moins pour un moment, libre de cette matière qui ne peut pas suivre le mercure avec assez de rapidité, & qui par ce moyen donne lieu à son soufre de se développer. *Diss. sur les philosoph.*

Il restoit encore quelque incertitude sur la manière de rendre les *baromètres* lumineux. Les conditions absolument nécessaires sont :

1°. Que le tuyau soit bien sec; on le nettoie aisément avec du coton attaché au bout d'un fil de fer, la moindre humidité gâteroit tout : mais ce n'est, selon les observations de M. Dufay, qui a tourné de bien des sens ces expériences, que l'humidité qui seroit au haut & dans le vide du tuyau, où la lumière doit paroître; hors de-là, le tuyau peut être humide sans inconvénient.

2°. Que le mercure soit bien net : il faut faire passer le mercure par un cornet de papier dont l'embouchure soit fort étroite, il y dépose suffisamment ses impuretés.

3°. Que le mercure soit bien purgé d'air : versez d'abord dans le tuyau un tiers du mercure que vous devez employer, puis chauffez-le doucement & par degrés, en l'approchant petit-à-petit du feu; en le remuant avec un fil de fer, vous aiderez la sortie des bulles d'air qui sont dans le mercure, & que la chaleur pousse dehors; versez un second tiers auquel vous ferez de même, & enfin le troisième auquel vousne ferez rien. La purification des deux premiers tiers suffit pour le tout.

M. du Fay ne s'est point apperçu qu'un différent degré de chaleur donné au mercure, produisît de différence sensible dans la lumière. *Voyez*, outre les ouvrages déjà cités, la *thèse* de M. Bernoulli, *de Mercurio lucente in vacuo*, soutenue à Bâle, en 1719, & imprimée dans le recueil de ses œuvres. *Genève*, 1743.

M. Muschenbroek fit sur ce sujet une hypothèse bien différente de celle de M. Dufay. Bien loin de penser que cette lumière fût due à l'absence de l'air dans la partie supérieure du baromètre, il imagina au contraire que l'air en étoit la seule cause. Si on secoue dans l'obscurité un baromètre, dit-il, & qu'on ne voie alors point de lumière sur la surface du mercure, c'est une marque que le baromètre est parfait; mais s'il rend de la lumière, c'est une preuve qu'il n'est pas tel qu'il doit être, car il y a alors un peu d'air dans le haut, auquel la lumière s'est attachée. Cet illustre physicien a pensé que la cause de ce phénomène venoit de ce que la lumière s'attachoit à l'air, & que s'introduisant avec lui dans le tuyau à travers les particules du mercure, elle se manifestoit au-dessus de la surface de ce métal. Cette hypothèse est démentie par les faits, car l'air ne passe pas à travers le verre, & la lumière n'a besoin d'être unie à ce fluide pour pénétrer le verre, &c. &c. Son opinion sur l'imperfection des baromètres lumineux, précisément à cause qu'ils sont lumineux, est une erreur dans laquelle est aussi tombé d'après lui, un autre excellent physicien, M. Desaguilliers;

liers; ce que nous établirons bientôt le démontrera.

La cause qui rend les baromètres lumineux, n'a pu être connue avant le règne de l'électricité: ce phénomène est uniquement produit par le frottement du mercure contre les parois intérieures du tube de verre. Personne n'ignore que la cause principale qui excite le fluide électrique dans les expériences d'électricité, est le frottement d'un corps conducteur sur une substance non conductrice; or, lorsqu'on secoue le baromètre, les oscillations du mercure qui monte & descend alternativement produisent un frottement sur le verre dans le vide, d'où doit résulter une lumière électrique, comme lorsqu'on laisse tomber du mercure dans le vide, ainsi que l'expérience le prouve.

Parmi plusieurs expériences de ce genre, voici celle que je choisis pour le démontrer dans mes cours publics. Sur un support placé sur la platine de la machine pneumatique, je met une large soucoupe, destinée à recevoir le mercure qui doit tomber; sur cette soucoupe on place un petit récipient dont le diamètre soit beaucoup moindre que celui de la soucoupe: tout cet appareil est ensuite recouvert d'un grand récipient qui ait un diamètre un peu plus grand que celui de la soucoupe. Ce dernier récipient est ouvert par le haut, mais il est ensuite fermé d'une virole, dans laquelle entre à vis la queue d'un entonnoir d'un bois très-dense & couvert de vernis; cet entonnoir est fermé intérieurement par une espèce de piston qu'on peut ôter à volonté. Le piston étant en place, on verse dedans l'entonnoir une certaine quantité de mercure. Après que le vide a été fait sous le grand récipient, on élève un peu le piston pour laisser couler du mercure qui tombe sur le dôme du petit récipient intérieur, & aussi tôt on voit dans l'obscurité une belle lumière électrique dans l'intérieur du grand récipient. Dans cette expérience, il n'y a qu'un frottement du mercure sur le verre dans le vide; ce frottement du mercure sur le verre a également lieu dans les oscillations de la colonne du baromètre au haut du baromètre où est un vide d'air. Toutes les circonstances étant les mêmes dans les deux expériences, & la lumière y étant produite, on ne sauroit disconvenir que le phénomène des baromètres lumineux ne dépende de l'électricité. On sera encore plus convaincu de cette vérité, en lisant les expériences que j'ai rapportées à la fin du n°. 9, de l'article AURORE BORÉALE, & de ce qu'on établira à *l'électricité dans le vide*. Voyez les *figures* 132 & 133; elles représentent des tubes de verre, vides d'air, & contenant une petite portion de mercure. Il suffit de les agiter un peu pour qu'on apperçoive en tout temps & en tout lieu, dans l'obscurité, une belle lumière électrique blanchâtre, & connue sous le nom de *lumière phosphorico-électrique*.

Cette vérité supposée, on ne sera pas surpris, 1°. que si le tube du baromètre où le mercure est humide, il n'y ait plus d'apparence de lumière, parce que l'humidité nuit à la production de l'électricité; 2°. il en est de même des matières hétérogènes qui salissent les surfaces des substances frottantes ou frottées; 3°. que dans un temps froid où l'électricité a plus d'énergie, la lumière phosphorico-électrique des baromètres soit plus vive; 4°. qu'une descente rapide du mercure produise plus de lumière qu'un abaissement lent & peu considérable, par la raison que la vîtesse du frottement augmentée dans certaines limites accroît la force électrique; 5°. qu'il y ait des tubes de baromètre, chargés avec les précautions usitées qui ne rendent point de lumière, parce qu'il y a des qualités de verre qui ne sont pas aussi propres que d'autres à l'électricité, soit que cela dépende de la qualité du verre, de la quantité de matières conductrices ou à demi conductrices qui entrent dans leur composition, soit de l'épaisseur du verre; soit surtout du degré de fusion ou de recuit; circonstances qui influent beaucoup sur l'élasticité du verre, & conséquemment sur son électricité; 6°. que la lumière d'un baromètre phosphore ne brille que dans la descente du mercure, & non dans son élévation; parce que, dans ce dernier cas, les parties du verre frottées sont aussi-tôt couvertes & remplies de mercure, qui empêche par son opacité & par sa vertu conductrice le fluide électrique de paroître: au contraire, lorsque la colonne de mercure descend, les portions du verre frottées, & sur la surface desquelles le mercure est excité sont découvertes, & le fluide électrique qui adhère à toute leur superficie brille aux yeux, & s'étend même au-dessus de ces parties du verre frottées, à cause que le fluide électrique se meut avec plus de liberté dans le vide, & s'y répand en tout sens; 7°. on voit quelquefois de petits points lumineux plus denses, ou des espèces d'étincelles, accompagnées de pétillement; effets produits par de petites accumulations du fluide électrique vers des parties plus denses ou plus conductrices; & par de petites décharges du fluide électrique dans quelques points correspondans de la surface extérieure. 8°. C'est à des charges & à des décharges successives du fluide électrique dans la surface extérieure de la portion frottée du tube, qu'il faut attribuer les attractions & les répulsions de fils simples & de fils auxquels sont suspendus de petits morceaux de papier, qu'on présente à la partie supérieure du tube des baromètres, lorsque le mercure éprouve des oscillations. Cette explication est fondée sur l'imperméabilité du verre, & sur la propriété qu'il a de ne se charger sur une surface, qu'autant qu'il se décharge sur la surface opposée, d'une égale quantité de fluide électrique.

Muschenbroeck a nié que ces attractions & ces répulsions eussent lieu sur le haut d'un tube de baromètre, lorsque le mercure s'abaisse; mais re-

gardant les baromètres lumineux comme mauvais, il n'a jamais fait ses épreuves que sur des baromètres qu'il regardoit comme bons, c'est-à-dire, qui n'étoient pas lumineux & par conséquent électriques. Ainsi, il n'a pu voir ce phénomène dont tout le monde peut s'assurer par l'expérience la plus aisée à répéter.

M. Ludolff s'est appliqué à prouver contre Musschenbroeck, que, même après avoir mis le haut du tube & le fil extérieur, à l'abri de toute agitation de l'air, le phénomène des attractions & des répulsions avoit encore lieu. Pour cet effet, le haut du tube du baromètre avec le fil & le papier suspendu, furent renfermés dans un petit récipient de verre. On pompa l'air de ce récipient; & afin que les mouvemens extérieurs ne pussent influer dans l'expérience, il fit osciller le mercure en suçant l'air du réservoir du baromètre, & l'y laissa ensuite rentrer alternativement. Le résultat fut toujours constant, & on vit des attractions & des répulsions du corps léger, suspendu & renfermé sous le récipient, lorsque le mercure montoit & descendoit. Voyez son appareil à la *figure* 205, la description s'en trouve à l'article ÉLECTRICITÉ *dans le vide* (Voyez ce mot). On y verra encore les expériences de MM. Jallabert, Wilson, Hamberger, &c., relatives à cette matière.

Les baromètres construits suivant la méthode de M. du Fay étant secoués dans l'obscurité font paroître, dans le vide qui est au haut, des jets de lumière; mais ceux qui sont faits par le procédé exposé en traitant des *baromètres à surface plane*, étant secoués de la même manière, ne donnent aucune lumière. Cette différence vient nécessairement de la construction. Dans ces derniers baromètres, dit D. Casbois, le mercure a bouilli avec force & à plusieurs reprises; & passant rapidement de la boule supérieure qu'on a pratiquée au haut du tube à la boule inférieure, il a, par son frottement & sa chaleur, détaché & enlevé jusqu'aux moindres parcelles d'air qui pouvoient y adhérer: il n'en est pas ainsi des baromètres de M. du Fay. Le mercure n'y a bouilli que foiblement, & on pourroit prouver qu'il est resté sur les parois intérieurs du verre quantité de parcelles d'air, contre lesquelles frotte le mercure en montant & en descendant dans le tube. Le frottement du mercure contre l'air adhérent au verre, est vraisemblablement la cause de la lumière qui paroît dans les baromètres de M. du Fay. Ce qui semble confirmer cette conjecture, c'est que si l'on secoue un baromètre à surface plane, & que par hasard une bulle d'air vienne à s'y introduire, cette bulle, en sillonnant le mercure, sera lumineuse, & le baromètre qui auparavant n'étoit pas lumineux, le deviendra du côté où le tube a été touché par l'air: trop d'air nuit à la lumière, de même trop peu d'air l'empêche de paroître. On ne s'apperçoit pas avec la machine pneumatique de cette dernière circonstance, parce que cet instrument en général n'est pas assez parfait pour évacuer l'air au même point qu'est le vide existant, au haut du baromètre dont on a fortement fait bouillir le mercure.

Des connoissances que procurent les observations barométriques. Les principaux objets qu'on peut se proposer dans les observations du baromètre, sont: 1°. de pouvoir prédire par son inspection le beau ou le mauvais temps; 2°. de connoître l'étendue de sa variation dans le climat qu'on habite; 3°. enfin de comparer son élévation moyenne ou chacune de ses variations, avec des observations correspondantes en d'autres lieux. Nous avons déjà parlé de la mesure des hauteurs, &c.

Le baromètre peut servir à annoncer, quelques instans à l'avance, les changemens de temps qui doivent avoir lieu dans l'atmosphère, parce que, tout étant lié dans la nature, les grands changemens qui sont sur le point de survenir, sont précédés par des changemens moindres, que des sens grossiers ne peuvent saisir: aussi n'est-ce que par le moyen des instrumens de la physique, ou par des mouvemens particuliers des animaux dont les sens sont plus exquis, qu'on peut s'appercevoir des variations qui se préparent dans l'état de l'atmosphère; les causes qui les produisent ayant une action dont l'intensité est progressive.

Pour être en état de prédire les changemens de temps par l'inspection du baromètre, il faut avoir observé pendant long-temps les variations du baromètre, & les avoir comparé avec les changemens qui ont lieu immédiatement après dans l'atmosphère. Les physiciens ayant recueilli ces sortes d'observations faites en divers endroits, en ont tiré des règles générales qui diffèrent beaucoup de ces annonces empiriques qui ont inspiré tant de préjugés de ce genre à ceux qui ignorent la physique.

On a observé assez généralement, 1°. que lorsque le mercure monte, le temps devient ensuite beau; 2°. qu'il sera au contraire mauvais, lorsque le mercure descend; mais par mauvais temps, il faut entendre, non-seulement la pluie, mais encore des brouillards un peu épais, du vent, de l'orage, &c.

3°. Pour que ces règles soient sûres, il faut que l'élévation du mercure dans le baromètre, ou son abaissement soient considérables, par exemple de 3, 4 ou 5 lignes; plus la différence des hauteurs sera grande, plus le temps sera beau & durable.

4°. La certitude du beau ou du mauvais temps & sa durée suivent assez la lenteur des variations du mercure. Ainsi le temps sera constamment beau pendant un certain temps, si le mercure est monté

d'une quantité notable pendant plusieurs jours; de même il sera long-temps mauvais, s'il descend successivement pendant un certain temps.

5°. Mais si le mercure descendoit tout-à-coup de plusieurs lignes, on seroit assuré d'un grand vent ou d'une grande pluie, d'une tempête ou d'un ouragan; c'est ce que j'ai souvent observé. Une ascension rapide du mercure n'annonce pas toujours un beau temps même instantané; mais des abaissemens subits & considérables, présagent toujours une tempête.

6°. Si le mercure s'élève ou s'abaisse d'une petite quantité, on ne pourra rien en conclure, relativement aux prédictions du temps : on saura seulement que le poids, ou l'élasticité de l'air ont changé; que sa pression sur la surface de la terre est plus ou moins grande qu'auparavant.

7°. Si le mercure varie continuellement, on peut être certain que l'état du temps sera variable.

8°. Pendant la durée des orages, on remarque des oscillations plus ou moins grandes.

Ces règles sont en général infaillibles; & pour que le baromètre ne trompe pas dans ses indications, il faut circonscrire celles-ci dans de justes bornes. Elles le deviendront encore davantage si on y joint les observations des autres instrumens météorologiques, tels que le thermomètre, le manomètre, le dasymètre, l'hygromètre, &c. &c.

On a fait encore quelques observations qu'on ne doit pas généraliser, car elles n'annoncent pas constamment l'effet qu'on a remarqué dans plusieurs occasions; telles sont les suivantes, que dans un temps fort chaud, l'abaissement du mercure prédit le tonnerre; qu'en hyver l'ascension du mercure annonce la gelée, & sa descente le dégel, &c.

Afin d'observer plus commodément les différences, & les variations qui surviennent dans la hauteur de la colonne barométrique, il est nécessaire de placer un petit curseur ou aiguille mobile qui puisse s'élever & s'abaisser à volonté dans la partie supérieure du baromètre où l'échelle est placée, & qu'on aura soin de faire glisser à la hauteur correspondante du mercure, chaque fois qu'on fera une observation; & de tenir ensuite note des observations.

Il est inutile de mettre sur l'échelle du baromètre, comme on le fait souvent, tempête, *grande pluie*, *pluie ou vent*, *temps variable*, *beau temps*, *beau fixe*; parce que le baromètre qui descend, n'annonce pas, ainsi que nous l'avons dit, exclusivement la pluie, mais la pluie, ou le vent, &c. Cependant si quelqu'un désiroit de placer vis-à-vis de l'échelle de son baromètre ces indications il seroit nécessaire de suivre une règle dans cett espèce de graduation.

La meilleure méthode est de connoître les extrêmes de la variation du mercure dans le lieu qu'on habite, c'est-à-dire, la plus grande & la plus petite élévation, de diviser cet intervalle en six parties égales, & de placer devant chacune d'elles les indications ordinaires. Si, par exemple, le plus grand abaissement du mercure est de 26 pouces & demi, & la plus grande hauteur 29 pouces, cet intervalle comprenant deux pouces & demi, ou 30 lignes, on divisera 30 par 6, le quotient 5 fait voir que chaque indication aura une latitude de 5 lignes. Ainsi on écrira *tempête* devant les cinq premières lignes qui sont au-dessus de 26 $\frac{1}{2}$ pouces; grande pluie à côté des 5 lignes qui viennent après; & ainsi de suite en montant. Cette indication sera encore plus juste si on diminue ou si on augmente les divisions particulières qu'on vient de désigner, selon qu'une expérience habituelle l'aura fait connoître. On pourra conséquemment dans certains endroits donner, par exemple, moins de 5 lignes à tempête & à beau fixe, & augmenter temps variable.

Ce tableau indicateur étant fait d'après l'observation, sera un modèle qu'on répandra dans une contrée, afin qu'on s'y conforme. On sent d'après ce qu'on vient de dire, que les échelles mises sur les baromètres, infidèles de toutes les façons, que les italiens vendent dans les provinces, sont très-défectueuses, puisqu'ils ignorent la latitude de la marche du baromètre dans divers lieux.

Une observation constante prouve que, lorsque le mercure est violemment agité dans un baromètre, la surface supérieure de la colonne est concave quand il descend, & convexe quand il monte; c'est aussi ce qui arrive, mais d'une manière moins sensible, lorsque les mouvemens ou les oscillations de la colonne de mercure sont moins considérables. Un physicien en a conclu que dans tous les cas où il devoit y avoir une ascension ou un abaissement du mercure (conséquemment à une pesanteur plus ou moins grande de l'air), on pouvoit la prédire, en observant avec attention la plus ou moins grande convexité ou concavité de la surface supérieure de la colonne de mercure, parce que ces effets étoient des signes avant-coureurs; mais si ces effets étoient réels, ils seroient proportionnels, conséquemment si petits dans le plus grand nombre des circonstances, qu'on seroit induit en erreur en les consultant. Ainsi cette remarque ingénieuse ne peut avoir une utilité pratique générale.

L'étendue de la variation de hauteur du mercure dans le baromètre étant très-différente dans les

trois zônes, la glaciale, la tempérée & la torride, en un mot dans tous les pays qui sont entre le pôle & l'équateur; ces variations ayant encore des causes de diversité dans la même contrée, selon les différentes hauteurs au-dessus du niveau de la mer, il est absolument nécessaire d'avoir des tableaux météorologiques de la marche du baromètre dans chaque lieu, pendant un certain nombre d'années, afin d'avoir des connoissances précises sur cet objet.

Dans un ouvrage de la nature de celui-ci, on ne peut présenter que des résultats très-généraux. 1°. La plus grande étendue des variations du baromètre est dans les pays septentrionaux, & les extrêmes de ces variations sont d'autant plus éloignées, qu'on est plus près du pôle. 2°. Les plus petites variations ont lieu dans la zône torride, & elles deviennent telles à mesure qu'on approche de l'équateur. 3°. Dans la zône tempérée, la marche du baromètre a une latitude qui tient le milieu entre celle des deux zônes dont elle est l'intermédiaire. 4°. On peut donc dire que la marche du baromètre a une étendue progressive à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur vers les pôles; & réciproquement qu'elle diminue dans la même proportion quand on va des pôles à l'équateur. 5°. Les variations simultanées du mercure avec celles des vents, sont d'autant plus variables qu'on s'éloigne de l'équateur; voilà pourquoi le baromètre ne varie presque pas entre les tropiques où les vents sont constans. 6°. L'étendue de la marche du baromètre est plus grande en hiver qu'en été, & sur-tout dans les mois de décembre, janvier, & février. 7°. Il y a un rapport des variations du mercure avec les différentes températures; mais ce rapport n'est pas toujours exact, ainsi que l'a observé le P. Cotte, parce qu'il n'est relatif qu'aux vicissitudes qu'éprouvent la pesanteur & l'élasticité de l'atmosphère; & comme ces causes ne sont pas les seules qui influent sur les changemens de température, il ne faut pas s'étonner que la marche du baromètre ne s'accorde pas toujours avec les variations de température. 8°. En France, la hauteur moyenne du mercure dans le baromètre est de 27 pouces & demi; le plus grand abaissement y est de 26 pouces, & l'élévation la plus considérable de 29 pouces.

On sera peut-être charmé de connoître quelques observations du baromètre en divers lieux. Nous allons donner ici seulement les plus grandes & les plus petites élévations du mercure dans le baromètre, dans quelques endroits chaque année; car des observations faites mois par mois, ou jour par jour, auroient trop d'étendue.

A l'Observatoire de Paris, la hauteur du baromètre a été:

	pouc.	lignes.			
La plus grande	28.	7,	8.	le 31 Décembre.	1786.
La plus petite	27.	0,	21.	le 7 Novembre	
La variation annuelle de	1.	7,	6.		
La plus grande	28.	7,	9.	le 8 Janvier	1787.
La plus petite	26.	11,	9.	le 12 Février	
La variation annuelle de	1.	8,	0.		
La plus grande	28.	9,	1.	le 16 Janvier	1788.
La plus petite	26.	10,	5.	le 21 Février	
La variation annuelle de	1.	10,	6.		
La plus grande	28.	7,	0.	le 5 Décembre.	1789.
La plus petite	26.	10,	8.	le 26 Février	
La variation annuelle de	1.	9,	2.		

Baromètre observé à Arras.

		pouc.	lig.
1776	Le 11 décembre, pl. grand. élév.	28	4,5
	Le 11 février, moind. élévation	26	10,7
	Moyenne élévation de l'année	27	9,2
1777	Le 11 décembre, plus grand. élév.	28	6,3
	Le 16 Mars, moind. élévation	27	0,3
	Moyenne élévation de l'année	27	9,9
1778	Le 26 décembre, pl. grand. élév.	28	7,6
	Le 14 Janvier, moind. élévation	26	9,1
	Moyenne élévation de l'année	27	9,9
1779	Le 5 Mars, pl. grand. élévation	28	5,7
	Le 21 décembre, moind. élévat.	26	8,9
	Moyenne élévation de l'année	27	10,8
1780	Le 16 décembre, pl. grand. élév.	28	4,9
	Les 16 & 17 janvier, moind. élév.	26	10,4
	Moyenne élévation de l'année	27	10,4
1781	Le 24 mars, pl. grand. élévation	28	4,1
	Le 27 février, moind. élévation	26	10,6
	Moyenne élévation de l'année	27	10,1

		pouc.	lig.
1782	Le 14 novembre, pl. grand. élév.	28	6,4
	Le 2 avril, moindre élévation	26	7,3
	Moyenne élévation de l'année	27	9,8
1783	Le 6 avril, plus grand. élévation	28	5,2
	Le 6 mars, moind. élév.	26	6,3
	Moyenne élévation de l'année	27	10,1
1784	Le 3 février, pl. grand. élévat.	28	5,0
	Le 6 décembre, moind. élév.	26	9,5
	Moyenne élévation de l'année	27	9,9
1785	Le 12 février, pl. grand. élévat.	28	5,0
	Le 6 février, moind. élévation	26	10,9
	Moyenne élévation de l'année	27	10,3
1786	Le 31 décembre, pl. grand. élév.	28	6,1
	Le 11 février, moind. élévation	26	11,8
	Moyenne élévation de l'année	27	9,7
1787	Le 8 janvier, pl. grand. élévat.	28	6,4
	Le 12 février, moind. élévation	26	10,3
	Moyenne élévation de l'année	27	9,0
1788	Le 16 janvier, pl. grand. élévat.	28	6,5
	Le 21 janvier, moind. élévation	26	9,3
	Moyenne élévation de l'année	27	10,5

Nota. Ces obſervations, indiquées en pouces, lignes & dixièmes de ligne, ſont débarraſſées de l'influence du chaud & du froid. Le baromètre lumineux & trempé, dont on s'eſt ſervi, a été chargé au feu avec ſoin; le tube eſt long de 29 pouces & 9 lignes. Cette dernière circonſtance a engagé M. Buiſſart à conſtruire un nouveau baromètre de la même eſpèce, & dont le tube a 34 pouces de longueur. Ce nouvel inſtrument ſe ſoutient conſtamment une ligne & deux dixièmes plus haut que l'autre : ainſi, pour avoir avec exactitude l'élévation moyenne du baromètre en la ville d'Arras, il faut ajouter une ligne & deux dixièmes à chaque indication placée dans cette table.

Lorſqu'on aura fait des obſervations aſſidues dans ſon pays de la marche du baromètre, on pourra les comparer avec celles qui auront été faites dans d'autres contrées. Mais pour que la comparaiſon ſoit juſte, il eſt néceſſaire que tout ſoit égal; il faut ſur-tout que les obſervations ſoient faites dans le même temps, de la même manière, & avec des inſtrumens conſtruits d'après les mêmes principes. C'eſt ſeulement alors qu'on pourra comparer les réſultats. *Voyez* MÉTÉOROLOGIE, & les articles qui y ont rapport.

De la variation diurne périodique du baromètre. Outre les variations dont on vient de parler, il y en a une autre qu'on a nommée *variation diurne périodique* du mercure dans le baromètre. Cette marche diurne périodique du mercure dans le baromètre, a paru aſſez conſtante au P. Cotte ſur le BAROMÉTROGRAPHE de M. Changeux. (*V.* ce mot).

M. l'abbé Toaldo a tâché de montrer, par une ſuite d'obſervations, dans les mémoires de l'académie de Berlin, pour l'année 1778, que l'action de la lune qui produit dans notre atmoſphère une marée analogue à celle de l'Océan, opère également une certaine altération dans le poids de l'air, aſſez ſenſible pour être remarquée dans le baromètre.

M. l'abbé Chiminello a également apperçu un rapport marqué entre les variations de cet inſtrument & les différentes poſitions de la lune : ce qui en annonceroit un auſſi avec les marées. On n'a pas encore d'obſervations aſſez ſuivies pour prononcer ſur ce rapport; les ſeuls barométrographes peuvent donner ſur ce ſujet des notions ſûres : en attendant que cet inſtrument ſoit plus commun, il faut ſe contenter des obſervations faites à différentes heures du jour par les météorologiſtes.

On peut voir dans le journal de Phyſique, publié par M. de la Metherie, année 1790, août, pag. 110 & 111, une table, rédigée par le Père Cotte, des obſervations moyennes du baromètre, faites chaque jour dans ſoixante villes, pendant un certain nombre d'années, vers le lever du ſoleil, à 2 heures & à 9 ou 10 heures du ſoir. Le nombre des années d'obſervations eſt de 400; l'élévation moyenne du matin eſt 27 pouces 5 lignes 0; l'élévation moyenne après-midi eſt de 27 pouces 6 lignes 1; l'élévation moyenne du ſoir eſt 27 po. 6 lig. 5, & celle de l'année 27 pouces 6 lig. 2.

Il réſulte de cette table que le mercure tend toujours à monter depuis le matin juſqu'au ſoir, que cette tendance eſt plus marquée depuis 2 heures juſqu'à 9 heures du ſoir, puiſque la plus grande élévation a lieu à cette dernière heure; l'élévation du ſoir diffère de $\frac{4}{12}$ de celle de 2 heures, & celle-ci ne diffère que celle d'$\frac{1}{12}$ de celle du matin. Il y a cependant certains climats où le plus grand abaiſſement a lieu conſtamment à 2 heures du ſoir. Ces réſultats cependant ne peuvent être donnés que comme un apperçu qui doit engager les obſervateurs à ſe rendre attentif à ce phénomène; mais il eſt eſſentiel qu'ils ſoient pourvus de bons inſtrumens, à l'abri du ſoleil, & en général des grandes variations de température.

Barométrographe. C'eſt un baromètre qui tient note par des traces ſenſibles, des variations qui arrivent dans la peſanteur de l'air, & conſéquemment dans la hauteur du mercure contenu dans le tube barométrique, ainſi que du temps précis où elles arrivent. Le *barométrographe* eſt donc néceſſairement compoſé d'une pendule, d'un baro-

mètre, & d'un crayon qui trace les hauteurs différentes du mercure. Cet instrument est une espèce particulière de MÉTÉOROGRAPHE. (*Voyez* ce mot).

Dans ces sortes d'instrumens, il s'agit, 1°. de joindre à la pendule qui mesure le temps, les machines qui mesurent les diverses qualités de l'air; & 2°. de faire tracer des crayons mus par ces dernières. La plupart de ceux qui ont fait exécuter des instrumens météorographiques, & sur-tout des barométrographes, ont fait tracer des crayons, tantôt sur des cadrans, tantôt sur des tablettes (mues horisontalement entre des coulisses), quelquefois sur des cylindres verticaux tournant sur leurs centres; mais ils n'ont pas supprimé le frottement que produit la trace du crayon; ce qui est cause que sur-tout dans le barométrographe, les effets ne sont jamais exacts, les mouvemens du mercure étant toujours plus ou moins gênés par la plupart des moyens employés. Or, tant que ces mouvemens ne sont pas libres, le baromètre est infidèle & mauvais.

M. d'Ons-en-Bray est le premier qui a appliqué aux instrumens météorométriques la pendule; on voit dans les mémoires de l'académie des Sciences, année 1734, la description & la figure d'un *anémométrographe*.

M. Courgeoles, ingénieur, présenta, il y a près de vingt ans, à l'académie des Sciences, une machine qu'il nomma *météorographe*, & qui n'étoit qu'un *barométrographe*. Louis XV la fit placer dans un de ses cabinets.

M. Cumming, fameux horloger du roi d'Angleterre, avoit aussi exécuté pour ce souverain une pendule de cette espèce, qui marquoit les hauteurs du baromètre avec la plus grande exactitude.

M. Magellan, dans sa *Description & usages des nouveaux baromètres pour mesurer les hauteurs*, *&c.*, après avoir fait sentir la nécessité des observations météorologiques & l'avantage d'interroger à la fois tous les instrumens de météorologie; après avoir remarqué qu'il seroit essentiel, non seulement de connoître le temps précis de leurs indications, mais d'avoir tous les temps de ces mêmes indications, ce savant portugais décrit un barométrographe de son invention, qui a le défaut des précédens. Au lieu d'un cercle mis en mouvement par le rouage de la pendule, dit-il, il y a quatre cylindres verticaux, sur lesquels une longue bande de papier blanc, qui y est enveloppée, passe d'un rouleau à l'autre, avec un mouvement aussi régulier que celui de la pendule, dont la marche est d'un mois entier sans être montée. Ce papier mû sur des cylindres ou bobines, est une invention de M. d'Ons-en-Bray.

Pour remédier aux inconvéniens qui avoient lieu dans les barométrographes précédens, M. Changeux imagina une bascule, dont il fit exécuter le mécanisme par un habile horloger (M. Tribalet). La construction en est telle, qu'il n'y a aucune machine *météorographique* qu'il ne soit facile de rendre d'une exactitude aussi grande que les machines simplement météorométriques, si on se sert de cette bascule. En effet, quelque soit le mécanisme de ces dernières, on peut choisir dans toutes un point mobile, au moyen duquel on fera porter un crayon sur un cadran, sur une tablette ou sur des papiers mus uniformément par une pendule & divisés par des lignes en jours & heures, &c.; les crayons ne touchant ces papiers que lorsqu'ils seront sollicités par les bascules, formeront leurs traces par des suites de points; le frottement sera instantané & par conséquent nul : la bascule se relevant aussi-tôt qu'elle aura frappé, les crayons seront libres, & le moteur de ces crayons n'éprouvera aucune résistance.

Ce moteur dans le baromètre est le mercure : le crayon porté par la tige flottante sur le fluide, monte ou descend dans les mouvemens d'ascension & de descente du mercure, sans troubler ces mouvemens, parce qu'il n'appuie sur le cadran que lorsqu'il est frappé par le marteau de la bascule; mais si le crayon appuyoit constamment contre le cadran, il est clair qu'il opposeroit une résistance plus ou moins préjudiciable à la régularité des indications.

Les artistes françois qui se sont depuis exercé sur le même objet, ont reconnu la nécessité du mécanisme de la bascule des crayons. On ne citera ici qu'un baromètre à pendule qu'a fait exécuter un célèbre horloger de Paris. Au cadran d'ébène, il a substitué une planchette horaire, qui est mue dans une coulisse pendant l'espace de vingt-quatre heures, & qui au bout de ce temps se replace ou revient par un sautoir au point d'où elle étoit partie pour faire sa révolution. Cette planchette, placée au-dessous du cadran ordinaire de la pendule, a l'avantage d'offrir à une distance convenable & sous les yeux du spectateur, toutes les traces que fait le crayon du baromètre.

Nous allons donner ici, d'après l'inventeur, la description des deux barométrographes de M. Changeux. Le premier apprendra la manière de joindre le baromètre à des pendules anciennes, & épargne la majeure partie des frais de construction à ceux qui ont une pendule. Le second offre un mécanisme plus simple à quelques égards, & peut convenir aux personnes qui voudroient faire construire la machine à neuf.

Premier barométrographe. On ne peut disconvenir de l'insuffisance du baromètre; les alternati-

ves dans la légèreté & la pesanteur de l'air y sont rendues sensibles aux yeux par l'élévation & l'abaissement du mercure; mais on n'en saisit & l'on n'en suit pas tous les mouvemens, parce qu'on ne peut pas toujours observer. Le commencement, le milieu, la fin, & toutes les petites parties des variations du mercure, leur durée totale dans un temps donné, comme un jour, un mois, une année, &c., la vîtesse & la lenteur de ces variations échappent à l'observateur le plus patient. Réduit à consulter deux fois le jour son instrument, il ne connoît réellement la pesanteur de l'air que pour deux ou trois instans pendant l'espace de vingt-quatre heures. Tout ce qui arrive dans cette pesanteur pendant les temps intermédiaires, lui reste absolument caché; le mercure varie dans son absence; & si après avoir monté ou descendu, il se remet au point où il étoit avant le retour de l'observateur, celui-ci est trompé : rien, au moins, ne lui prouve que le mercure a varié, & il est porté à penser qu'il a été stationnaire. La comparaison que l'on a cru jusqu'ici pouvoir faire, dit M. Changeux, entre les expériences que fournit le baromètre (& l'on peut en dire autant de toutes les machines météorométriques), quelqu'exactes & quelques nombreuses que l'on suppose ces expériences, ne peut conduire à aucun résultat, à aucune conséquence certaine, scientifique, & satisfaisante; & puisque ces expériences ne sont ni complettes, ni isochrones, on doit en conclure qu'elles ne sont pas comparables. Le barométrographe remédie donc à tous les défauts dont on vient de parler.

Ce barométrographe, représenté dans la *figure* 324, est principalement composé de trois parties principales; savoir, 1°. la pendule AAAAA avec son cadran immobile B & son cadran mobile CC; 2°. le baromètre DDD avec le flotteur E, armé de son crayon E*; 3°. la bascule composée ou l'assemblage des petites bascules 1 2 3.

Le cadran mobile porte des dents à sa circonférence, qui engrênent dans un pignon mû par la roue de la pendule, que l'on appelle *roue de poids*.

Une règle de cuivre *a* tombe perpendiculairement de la platine antérieure de la pendule, descend à environ 15 pouces, & est fixée sur une autre règle de cuivre *bb* horisontale, & portée sur des tasseaux attachés aux deux côtés intérieurs de la pendule. La règle *a* porte un pivot sur lequel roule le cadran mobile.

Ce cadran mobile est formé par un cercle de cuivre, dans lequel sont enchâssées des tablettes de bois d'ébène. On peut le faire de différentes matières. Entre le petit cercle des jours & le grand cercle des heures sur une zône de deux pouces $\frac{1}{2}$ de largeur, on a décrit trente lignes ou cercles concentriques. Ces deux pouces & demi sont l'expression de l'espace que parcourt le mercure dans le baromètre, depuis le terme indiqué sur l'échelle par 26 pouces $\frac{1}{2}$, plus bas degré de sa descente, jusqu'au terme indiqué par 29 pouces, degré extrême de son élévation.

Au centre du cadran est attachée une règle F ou alidade; elle est de cuivre & peut se mouvoir en tout sens autour du cadran : c'est l'échelle des degrés; cette règle de foi ou alidade est divisée comme l'échelle des baromètres ordinaires, c'est-à-dire, qu'elle porte une division de deux pouces $\frac{1}{2}$, lesquels sont chacun partagés en lignes.

Le tube du baromètre propre à cette machine est DDD, & il a pour appareil un flotteur E.

La forme du baromètre ressemble à celle des baromètres à aiguilles ou à cadrans. Sa capacité doit être assez grande pour contenir huit à dix livres de mercure; la partie inférieure du tube où se font les variations du mercure, devant avoir une ouverture capable de donner l'entrée au flotteur.

Le flotteur E est un tube de verre soufflé, à son extrémité inférieure, à laquelle on donne la forme d'une petite bouteille applatie par son fond; c'est par cette extrémité qu'il nage sur la surface du mercure.

A l'extrémité supérieure du tube est adaptée une tige de cuivre flexible & très-légère. Cette tige s'ajuste par une pointe dans l'ouverture du tube de verre, & elle y est assujettie par un mastic ou de la cire. Au bout de la tige de cuivre & transversalement est un petit canon de cuivre; dans ce canon est placé un porte-crayon, qui y entre & qui en sort librement; on y insère un crayon blanc arrondi & aminci avec la lime; on donne au flotteur une longueur convenable, c'est-à-dire, telle que le crayon qu'il porte aboutisse au cadran mobile, & pose sur la bande ou zône de deux pouces & demi & le long de la règle de foi; on a soin de rendre la tige de cuivre flexible, pour que le crayon qui ne doit point toucher le cadran le frappe aisément à chaque fois qu'il y est sollicité par la bascule.

La bascule est composée de trois petites bascules désignées par les numéros 1 2 3, & constitue une pièce très-importante. Son objet est de diminuer le plus possible le frottement dans le barométrographe, c'est-à-dire, dans une machine qui est du genre de celles qui se meuvent par une puissance foible, & qui se dévelopent par degrés insensibles. Le crayon dans le barométrographe est mû par le mercure contenu dans le baromètre, & qui est toujours dans un état d'équilibre; le mercure est

une puiſſance très-foible & très-lente : c'eſt lui cependant & lui ſeul qui doit porter le crayon ſur le cadran d'ébène, pour qu'il y faſſe une trace à l'inſtant même qu'arrive la variation de l'air, & quelque petite que ſoit cette variation. On ſent que le moindre frottement apporteroit des obſtacles capables quelquefois d'empêcher & quelquefois de retarder plus ou moins l'effet.

La baſcule dont on parle ici fait agir ſur le porte-crayon du flotteur un reſſort qui ſe relève à des inſtans déterminés, & laiſſe ce flotteur & le porte-crayon parfaitement libres. Toutes ſes parties ſont repréſentées en grand dans la *figure* 325.

C'eſt la roue des minutes qui fait jouer le tout de la manière ſuivante; le cadran de la pendule eſt ſuppoſé enlevé; A repréſente la roue des minutes; elle engrène avec une roue à chevilles B : à celle-ci eſt adaptée une roue à rocher C, & qui a trente dents ou aîles. A cette roue vient ſe rendre le bras ſupérieur ou dentillon de la baſcule première marquée D; à la branche inférieure E eſt attachée une longue règle de cuivre FFF, qui vient rejoindre le bras horiſontal ou le dentillon d'une ſeconde petite baſcule G, placée au-deſſous du cadran. Cette longue règle eſt terminée par une petite broche de fer, laquelle appuie ſur le menton ou plan incliné qui ſe trouve au bout de la branche horiſontale de la baſcule G; la branche perpendiculaire H de la même baſcule porte un coin d'acier, qui paſſe par derrière une troiſième & dernière baſcule II, qu'on peut appeler baſcule du crayon, parce qu'elle agit immédiatement ſur lui. Une cheville de la roue B échappe-t-elle de la dent de la roue C? la détente doit faire frapper la buſcule II ſur le crayon *E qui marque un point. La répétition des coups frappés fait tracer ſur le cadran une ſuite de points qui ſe touchent, & par conſéquent une ligne non interrompue, laquelle correſpond aux heures tracées ſur le grand cercle du cadran.

En effet, la cheville de la roue B accrochant une dent de la roue C, fait baiſſer le dentillon D; celui-ci fait baiſſer la branche E, par conſéquent auſſi la longue règle FFF; celle-ci fait baiſſer la branche horiſontale de la ſeconde baſcule G; ce qui ne peut arriver ſans que la branche perpendiculaire avec le coin d'acier qu'elle porte, ne paſſent ſous la troiſième baſcule II. Cette baſcule II, pendant tout le temps de ſa levée, laiſſe le crayon parfaitement libre; mais la roue à cheville qui tourne inſenſiblement ſur elle-même, laiſſe échapper ſucceſſivement une dent de la roue à rocher, pour en reprendre une autre : d'où réſulte tout le jeu des baſcules.

De la diſpoſition de ces parties, il réſulte, 1°. que le cadran mobile CÇ, tournant ſur ſon centre uniformément & en ſept jours, parcourra en 24 heures la ſeptième portion de ſon aire; 2°. que le crayon n'ayant qu'un mouvement perpendiculaire ou de haut en bas & de bas en haut, ſe trouvera toujours au-deſſus de l'heure; 3°. que le crayon montant avec le flotteur auquel il eſt attaché quand le mercure s'élevera, & deſcendant quand le mercure s'abaiſſera, ce crayon, frappé d'inſtans en inſtans par la baſcule, tracera ſur le cadran une ſuite de points non interrompus; 4°. que cette ſuite de points (ou ligne), par ſes inflexions, exprimera les degrés de la deſcente du mercure, au moment où cette aſcenſion & cette deſcente ſe feront, & indiquera leur durée.

Les traces faites ſur le cadran par le crayon ſe trouvant au-deſſus des heures, on connoît les variations dans la peſanteur de l'atmoſphère, tantôt par des lignes droites, tantôt par des courbes. Si la peſanteur de l'air varie ſubitement & ſans paſſer par degrés lents d'un degré à un autre, la ligne que trace le crayon eſt une portion de rayon ou ligne droite qui tend vers la circonférence du cadran, ſi la peſanteur augmente, & qui ſe porte vers le centre ſi la peſanteur diminue. Dans le cas où la peſanteur de l'air, change par degrés lents, les lignes que trace le crayon ſont des courbes : elles tendent à former des ſpirales concentriques dans l'aſcenſion du mercure, excentriques dans la deſcente. Enfin, quand le mercure eſt ſtationnaire, la ligne que trace le crayon forme une portion de cercle parfait. L'arc de la courbe & la longueur de la ligne droite tracées, indiquent la durée des variations & leur intenſité. Ici, comme dans tous les baromètres dont les variations ſe font dans le tube inférieur, les mouvemens du mercure ſont les inverſes du mouvement du baromètre dont les variations ſe font au haut du tube ſupérieur; conſéquemment le mauvais temps, ou plutôt la légèreté de l'air, ſont indiqués dans le barométrographe quand le mercure monte, & le beau-temps ou la peſanteur de l'air quand le mercure deſcend.

Donnons un exemple. Suppoſons qu'un obſervateur ait quitté ſon inſtrument un lundi à une heure du matin, & qu'il revienne l'obſerver le vendredi ſuivant à minuit (voyez la ligne ponctuée dans la première figure citée dans cet article), il trouvera que le cadran a fait à peu près les trois quarts de ſa révolution, & que le crayon a tracé une ligne qui préſente des inflexions très-diverſes. 1°. Depuis lundi une heure du matin juſqu'à huit heures, il a décrit un arc de cercle très-régulier : il faut en conclure que la peſanteur de l'air n'a pas varié; le baromètre ayant été ſtationnaire, le crayon n'a pu tracer qu'une ligne parfaitement régulière. 2°. Depuis huit heures du matin juſqu'à mardi même heure, la trace du crayon a changé, & je trouve, à l'aide de l'échelle mobile ou à la ſimple vue, que l'élévation eſt de deux lignes. Je fais

ſais par-là précifément de combien le baromètre a monté pendant cet eſpace de temps; on peut même, en partageant la courbe en heures, quarts, minutes, déterminer combien le baromètre a monté à chacune des plus petites parties de ce même eſpace de temps. 3°. A cette époque la ligne eſt tout à fait droite; elle gagne le centre en partant de l'extrémité de la courbe, & fait un rayon de trois lignes de hauteur; ce phénomène rare indique une variation ſubite dans l'air, & le degré d'intenſité de cette variation. Enfin, on voit, par les autres traces du crayon juſqu'à vendredi à minuit, comment toutes les courbes & les points qui les forment correſpondent aux heures.

Mais le flotteur, dira-t-on, n'a-t-il pas des inconvéniens qui s'oppoſent à la perfection du barométrographe? Armé de ſon crayon, il pèſe ſur la ſurface du mercure; ſa peſanteur oppoſe donc une réſiſtance à l'aſcenſion de ce fluide; cette même peſanteur favoriſe ſa deſcente. On répond qu'on peut rendre nulles les différences que le flotteur peut apporter dans les indications du mercure. Qu'eſt-ce que produit la peſanteur du flotteur? Son effet ſur le mercure eſt en raiſon de cette même peſanteur & de la quantité de mercure contenu dans le baromètre, continue M. Changeux. Or la peſanteur peut devenir nulle, ſi la quantité de mercure contenu dans le baromètre eſt conſidérable, & le poids du flotteur très-petit; le tube du baromètre du barométrographe qu'on vient de décrire, contient neuf livres de mercure; le flotteur ne fait pas deſcendre le mercure ſenſiblement au-deſſous de ſon niveau. On n'en ſera pas étonné, lorſqu'on ſaura que le flotteur avec ſon canon, ſon porte-crayon, ſa tige & le crayon ne pèſent en tout que quatre gros.

Mais ſuppoſons que l'équilibre entre la colonne de mercure contenu dans le baromètre, & la colonne d'air qui preſſe ſur la ſurface ſoit troublé par le poids du flotteur, ce qui arriveroit dans un baromètre qui ne contiendroit que trois à quatre livres de mercure, ce flotteur doit être conſidéré dans ce cas comme un corps peſant ajouté à la colonne d'air; mais ce corps eſt conſtant, & par conſéquent s'il fait deſcendre le mercure au-deſſous de ſon niveau, on peut en tenir compte. Pour corriger l'effet de la peſanteur du flotteur ſur le mercure, dans un petit baromètre, on peut ſe ſervir de contrepoids avec lequel on le met dans un équilibre parfait; on peut auſſi tenir compte ſur la règle de foi, des effets que cette peſanteur produit ſur le mercure dans les variations les plus oppoſées du baromètre.

Quelles ſont les meilleurs formes & dimenſions à donner aux baromètres propres à la conſtruction du barométrographe? Le premier de ces baromètres; c'eſt-à-dire, celui dont les mouvemens ſont proportionnels aux mouvemens des baromètres, qui ont deux pouces & demi de variation, ſera formé par un tube d'un même diamètre dans toutes ſes parties & bien calibré dans toute ſa longueur. Ce baromètre eſt connu & très-fidèle; peut-être eſt-il le plus exact de tous; les variations du mercure dans le tube inférieur du baromètre dont on parle, ſont de moitié moindre que dans les baromètres à cuvettes, quand ſes mouvemens étant toujours proportionnels à ceux des baromètres les plus ſenſibles, il n'en peut réſulter aucun inconvénient; joignez à cela que, lorſqu'il eſt bien fait, les effets du chaud & du froid n'ont point ou preſque point d'influence ſur lui; car la dilatation du mercure opérée par la chaleur eſt uniforme & corrigée par la dilatation du tube dont la capacité eſt uniforme; la chaleur donnant au tube plus de capacité, empêche la colonne de mercure de s'alonger lorſque la chaleur la dilate; & le froid diminuant, la capacité du tube empêche la colonne de mercure de s'accourcir lorſque le froid la condenſe.

Le ſecond baromètre eſt repréſenté dans les figures du barométrographe décrit dans cet article; ſon réſervoir eſt au haut du tube, & il a à ſa partie inférieure une boule qui ſert à vider une partie de ce réſervoir; ce qui rend l'inſtrument moins fragile & moins ſujet aux accidens dans le tranſport. Pour rendre les variations de ce baromètre égales à celles des baromètres d'uſage, les plus ſenſibles, il s'agit de trouver la proportion que l'on doit donner au réſervoir ou à la boule ſupérieure avec la capacité du tube inférieur où ſe font les variations du mercure. Cette proportion doit être telle qu'il n'y ait aucune différence ſenſible dans le réſervoir, quelles que ſoient ſes élévations ou ſes abaiſſemens dans le tube d'en-bas. Pour obtenir cet effet, on donne une grande capacité au réſervoir. Un baromètre à réſervoir de deux pouces & demi de diamètre, avec un tube recourbé ou inférieur d'environ ſept lignes, n'eſt pas capable de faire diſparoître toute différence dans la ligne de niveau, lors des grandes variations du mercure, & il eſt à propos de donner encore plus de capacité à la boule ſupérieure du baromètre, ou de diminuer la groſſeur du tube inférieur.

Second barométrographe. La deſcription du premier barométrographe doit faciliter beaucoup celle du ſecond, qu'on voit repréſenté dans les *figures* 326 & 327. A eſt la cage du mouvement; B la roue des minutes; C la roue des heures; D roue de renvoi; E autre roue de renvoi; FF roues de champ; G roue plate portant le pignon qui engrène dans la grande roue du cadran d'ébène; H roue à cheville qui fait jouer la baſcule; elle eſt figurée ſeulement par des points, & ſe trouve ſur la platine; IIII baſcule, ſes coudes & ſes différentes branches; K reſſort de la branche inférieure de la baſcule; L pivot de la baſcule; MM.

flotteur; N N tige de cuivre qui porte le crayon; O canon dans lequel on insère le porte-crayon armé de son pastel ou crayon; *p p p* baromètre; Q Q grande roue d'ébène qui recouvre la cage & tous les rouages. Une de ces deux figures représente ce barométrographe monté. (*Voyez* les mots MÉTÉOROGRAPHE, MÉTÉOROGRAPHIQUES).

La fidélité d'un *barométrographe* dépend principalement de celle de la bascule qui fait décrire sans frottemens des traces sensibles, lesquelles indiquent sur une table horaire les variations du baromètre : c'est à cette bascule que tient la réussite des barométrographes. M. Romilly, habile horloger de Paris, a employé du papier qui garde les traces qui y ont été imprimées & que l'on renouvelle, ce qui est préférable à l'usage d'une table ou d'un cadran dont on est obligé de copier les traces, & qu'il faut nettoyer de temps en temps; c'est ce qu'ont exécuté M. d'Ons-en-Bray & M. Magellan. Mais M. Romilly dans le *barométrographe* que j'ai vu exécuté chez lui, il y a quelques années, a fait mieux que ces savans & ingénieux méchaniciens, en substituant au crayon une pointe d'acier qui ne s'use point, & qui pique les papiers par des points très-fins & très-distincts.

Le barométrographe de M. Romilly, est celui de M. Changeux, avec des changemens importans. Dans ce dernier, il y a une grande roue concentrique au cadran des heures, conduite par un pignon; elle reçoit les traces du crayon; mais ces traces ne peuvent être apperçues à l'œil avec une sorte d'exactitude, attendu que le ballotage de l'engrenage peut faire que le crayon frappe deux fois sur le même point. Dans le premier, au contraire, on fait mouvoir une planchette horisontalement sans balotage d'engrenage, ce qui fait que les points sont toujours distincts, & ne peuvent jamais se confondre. Dans l'instrument de M. Changeux, c'est un crayon qui marque sur la grande roue les points des observations; & lorsqu'il est besoin de les transcrire, on est obligé de se servir d'une alidade pour les estimer. Dans l'autre instrument, les points d'observation sont constatés & restent en dépôt, de façon que l'on peut toujours y avoir recours sans être obligé de les transcrire, & sans courir les risques de s'être trompé dans l'estime.

L'instrument de M. Changeux porte un crayon sujet à s'émousser, & la marque ne paroît pas toujours nette. M. Romilly, comme on l'a dit, a substitué à ce crayon une pointe d'acier qui imprime sa station d'une manière fine, pure, distincte, & qui ne peut s'effacer. Ce barométrographe ne fait frapper à la vérité la pointe d'acier sur la planchette que de quatre minutes en quatre minutes; mais aussi les points sont parfaitement distincts, & on les a en dépôt pour y recourir à tous les instans.

On y a employé des chaînettes pour produire le mouvement horisontal; par ce moyen on est venu à bout de supprimer l'engrenage, & conséquemment le ballotage. De plus, le chaud & le froid ne peuvent y apporter aucun inconvénient, attendu qu'en supposant un allongement vingt fois plus grand que le chaud ne peut le produire, ces chaînettes resteroient encore suffisamment tendues pour conserver leur effet.

Barométrographe du père Baudou, de l'oratoire. On voit cet instrument dans la *figure* 328 : P Q R T X est un demi cercle évidé en fer, cuivre ou bois; A B C est un tube courbe avec sa boule A A, & ouvert en C, plein de mercure; L M, poulies sur lesquelles filent les cordes du rouleau N, pour faire descendre le papier qui est tiré en en bas par le rouleau de fer D E; sur ce papier sont marqués les jours du mois. Sur la pièce T, on voit un trou en O, dans lequel on place un crayon. Le rouleau N communique avec un pendule qui règle son mouvement pour régler celui de la descente du papier. Z Z, sont les points où doit être attaché le demi-cercle en équilibre, lorsque le baromètre est à sa hauteur moyenne.

a, demi-cercle de suspension (*figure* 329), *b b* oreilles qui servent à l'attacher aux points Z Z de la figure précédente; *c*, portion de l'axe qui sert pour la suspension. On soude à cet axe un couteau qui fait fonction de point d'appui pour le centre d'oscillation.

d e e f (*figure* 336), montre la forme du support de la suspension; *f*, queue à vis pour fixer l'instrument au plancher; *e e*, deux talons qui doivent être creusés en gouttière pour recevoir les couteaux des demi cercles de suspension qui y roulent.

Le tube étant rempli de mercure, de manière que le baromètre ordinaire étant à sa hauteur moyenne, la ligne A B soit perpendiculaire, lorsque le mercure baissera dans la boule A, il montera dans la courbure du tube B C, il rompra l'équilibre; le porte-crayon placé en O, tracera une ligne sur le papier qui indiquera la variation. La pendule détendra chaque jour le fuseau N, le papier baissera, & les variations seront tracées vis-à-vis chaque jour du mois. Ce barométrographe a été présenté, en 1777, à l'Académie des sciences. *Mém. de météorol.*

BAROSCOPE. Le *baroscope* est un instrument qui indique les variations qui surviennent dans le poids de l'air, ou si l'on veut dans sa pression, mais il ne sert point à les évaluer; & c'est en cela qu'il diffère du baromètre; car ce dernier instrument, ainsi que son nom l'indique, donne une mesure des changemens qui arrivent dans la pesanteur de l'air. Il y a la même différence entre baro-

mètre & *baroscope*, qu'entre thermomètre & thermoscope ; celui-ci annonce une variation de température, une augmentation de chaleur ou de froid, mais n'en donne pas la mesure; le thermomètre au contraire marque les degrés précis de cette augmentation. Il y a des personnes qui, ayant reçu autrefois de profondes blessures dont elles gardent encore les cicatrices, sont averties des changemens successifs dans le poids de l'air atmosphérique, on pourroit dire qu'elles sont des *baroscopes* vivans.

On a prétendu dans ces derniers temps que la grenouille verte qu'on trouve sur les haies, mise dans un bocal en partie plein d'eau, étoit un baromètre vivant, ou plutôt un *baroscope*. La grenouille se tient, dit-on, au haut du bocal, tant que le temps est beau, & elle descend dans l'eau, lorsque le temps est disposé à la pluie. Les sang-sues sont encore des signes indicateurs des changemens de temps; car lorsque le temps va se mettre au beau, ces animaux sortent à moitié ou entièrement de l'eau, en se collant contre les parois du bocal de verre où on les observe : elles vont au fond, lorsque le temps est à la pluie. Si le temps est au vent elles s'agitent plus ou moins, & à l'approche d'un orage, elles sont tellement agitées, qu'on leur voit faire mille mouvemens divers; quelques pierres sont des *baroscopes*. *Voyez* HYGROSCOPE.

Les baromètres, instrumens précis & exacts, ont fait aujourd'hui négliger les *baroscopes*, & on n'en voit plus; ces machines, s'il en existoit encore, ne seroient pas dignes d'un amateur des sciences; car on doit toujours préférer les connoissances précises à celles qui ne sont que vagues, & l'instrument qui mesure à la machine qui ne laisse qu'entrevoir. Or le baroscope, ainsi que son nom l'indique, étant composé de deux mots grecs qui signifient en latin *pondus*, *video* (poids, je vois), ne peut donner qu'un apperçu & non une mesure fondée sur une échelle & des divisions précises.

Les observations qu'on a faites sur certains signes qu'on apperçoit quelquefois dans l'atmosphère, peuvent, dans certaines circonstances, tenir lieu de baroscopes; en voici un exemple qu'on tient du frère de M. Deluc, qui l'a observé aux volcans d'italie. Quand l'air est calme, ou que son agitation n'est pas grande, les exhalaisons qui sortent du Vesuve, de Vulcano & de Stromboli, s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur & s'étendent ensuite horisontalement, du côté où le courant de l'air les détermine. Cette couche horisontale sert de baromètre aux habitans du pays; elle s'élève ou s'abaisse (toutes choses égales d'ailleurs), comme le mercure monte ou descend dans le baromètre (*Voyez* PLUIE; *signes de pluie;* HYGROSCOPE; PRONOSTIC).

BARREAUX MAGNÉTIQUES. C'est le nom que l'on donne à des lames d'acier fortement aimantées. Afin que ces barreaux aient une grande vertu magnétique, il est nécessaire qu'elles soient d'un bon acier, qu'elles soient bien forgées, parfaitement dressées & polies, qu'elles aient reçu une forte trempe : ces conditions sont indispensables pour qu'elles puissent acquérir & conserver long-temps la vertu magnétique qu'on leur aura communiquée. Parmi les méthodes d'aimanter, on doit choisir celles qui donnent plus d'énergie aux barreaux; nous exposerons les principales aux articles relatifs à l'aimant (*Voyez* MAGNÉTISME; AIMANT, AIMANT ARTIFICIEL).

Les barreaux magnétiques sont susceptibles de différentes formes, & peuvent avoir diverses dimensions. Les uns sont demi circulaires, ou en fer à cheval; d'autres sont droits. Parmi ces derniers il y en a qui ont environ deux lignes d'épaisseur & autant de largeur, sur trois pouces environ de longueur, creusés dans le milieu d'un petit trou conique, en forme de chape; étant mis sur un pivot, ils servent comme une aiguille de boussole, & de plus ont l'avantage de faire connoître par leurs oscillations les parties ferrugineuses contenues dans les substances qu'on leur présente. Il y en a d'une grandeur moyenne qui ont environ sept pouces de longueur; d'autres 12, 15 ou 18 pouces de longueur, sur une largeur de 12, 15, ou 18 lignes de largeur, & une ligne ou une ligne & demi d'épaisseur. Les barreaux qui ont plus de longueur communiquent une vertu magnétique, bien plus énergique que ceux qui sont plus courts. On a soin avant de tremper ces barreaux de marquer une de leurs extrémités par une N & l'autre par une S, pour désigner le pole nord & le pole-sud.

Pour conserver les barreaux ainsi aimantés, on a soin de les mettre dans une boîte assez large pour les contenir deux à deux, ou quatre à quatre, mais séparés par une règle de bois de même largeur, de l'épaisseur d'un pouce ou deux, & presque de la même longueur : on met en opposition les poles de ces barreaux, de sorte que le bout N réponde au bout S de l'autre, & réciproquement. On réunit encore les barreaux par deux parallélipipèdes de fer doux, dont la longueur est égale à l'épaisseur des deux ou des quatre lames d'acier avec la règle de bois; la largeur est la même que celle des lames, & l'épaisseur est d'environ un pouce ou un pouce & demi. Ces deux parallélipipèdes se nomment CONTACTS, chacun est placé à une des extrémités de ces barreaux : c'est avec cette disposition qu'on les met dans la boîte, & c'est aussi de cette façon qu'on les en retire. Pour cet effet, j'ai fait creuser au milieu des deux côtés de la boîte un vide pour y insérer l'extrémité du pouce & de l'index, afin de saisir ensemble ces barreaux, car il est à propos de les enlever en

même-temps de la boîte, de crainte que leur vertu magnétique ne diminue. Si les côtés de la boîte n'ont pas assez d'épaisseur pour y former le vide ou l'échancrure dont on vient de parler, après avoir retiré le couvercle qui entre à coulisse porte avec lui un des petits côtés de la boîte, on fait glisser doucement sur une table les lames comme elles sont disposées dans la boîte, & on les prend avec la main lorsqu'elles sont sorties presqu'à moitié : après, on ôte un contact, & on ouvre comme un compas ces lames, soit qu'il n'y en ait que deux, soit qu'il y en ait 4, 6 ou 8. Dans ce dernier cas, quatre se trouvent de chaque côté de la règle de bois intermédiaire, & quatre poles-nord sont placés du même côté que les 4 poles-sud des autres barreaux. Nous donnerons ailleurs les *figures* de ces barreaux.

Ces barreaux ont une grande vertu pour communiquer la vertu magnétique à d'autres barreaux qui ne sont point du tout aimantés : nous parlerons ailleurs des procédés mis en usage. Par leur moyen on aimante très-fortement des aiguilles de boussole pour l'usage de la navigation, par la méthode de M. Knigt.

On se sert encore de petits barreaux magnétiques pour les maux de dents : ce n'est pas ici le lieu de parler de cette propriété.

BARRES MAGNÉTIQUES. On appelle ainsi de grandes barres de fer ou d'acier aimantées naturellement par le tonnerre sur les clochers, ou par un long séjour dans la direction du méridien; par des secousses ou des percussions fortes; ou enfin par des aimants naturels ou artificiels.

BASCULE. On se sert quelquefois de ce mot pour désigner un levier de première espèce, c'est-à-dire, celui dont le point d'appui est entre la puissance & la résistance. Dans une grosse horloge, c'est un levier dont un bout donne sur la roue de cheville d'une sonnerie, & l'autre tire un fil de fer ou de cuivre, pour faire lever le marteau.

BASE. La base d'une figure géométrique est la plus basse partie de son circuit : la base d'une machine est la portion inférieure sur laquelle reposent & sont assemblées les différentes portions qui composent la machine. En trigonométrie & en astronomie, c'est une distance considérable, comme de deux ou trois lieues que l'on mesure avec la plus grande exactitude entre deux clochers ou autres termes fixes pour établir les triangles qui servent à mesurer l'étendue d'un degré de la terre, &c. La plus célèbre base astronomique est celle de 5717 toises, mesurées entre les centres des deux pyramides de Ville-Juive & de Juvisi, sur le chemin de Paris à Fontainebleau.

BASE DISTINCTE, en optique. [C'est le nom que donnent quelques auteurs à la distance où il faut que soit un plan au-delà d'un verre convexe, pour que l'image des objets reçue sur ce plan, paroisse *distincte ;* de sorte que la base distincte est la même chose que ce qu'on appelle *foyer :* car imaginons un objet éloigné qui envoie des rayons sur un verre convexe, ces rayons se réuniront à-peu-près au foyer du verre; & si on veut recevoir sur un papier l'image de cet objet, ce sera au foyer qu'il faudra placer le papier, pour que l'image soit distincte (*Voyez* FOYER).

La base distincte est donc produite par la réunion qui se fait des rayons partis d'un seul point d'un objet, & concourant en un seul point de l'image; & c'est pour cela que les verres concaves, qui au lieu de réunir les rayons, les écartent, ne peuvent point avoir de *base distincte* réelle (*Voyez* VERRE CONCAVE].

BATAVIQUE; *Larme batavique.* C'est une petite masse de verre en fusion qu'on laisse tomber dans l'eau, & qui a la singulière propriété de résister aux coups de marteau frappés sur sa partie massive & arrondie, & de se réduire en poudre impalpable, lorsqu'on brise sa queue (*Voyez* LARME BATAVIQUE).

BATEAU. Par le mot de bateau ou de barque, on entend ces espèces de petits bâtimens ou vaisseaux qui servent à transporter sur les rivières ou même le long des côtes de la mer divers fardeaux. Un bois qui flotte, quoique surchargé d'un poids, donna la première idée d'un bateau; bientôt on réunit plusieurs bois ou planches par des liens, & on eut le radeau : ensuite on borda les radeaux de claies faites d'osier. Telles étoient les barques d'Ulysse, & celle des habitans de la grande Bretagne, au temps de César : ils ont, dit-il, des carènes de bois léger, le reste est de claie d'osier, couvertes de cuir; elles étoient cousues, c'est le *cymba sutilis* de Virgile. Les égyptiens ont fait des bateaux avec les feuilles & l'écorce de l'arbre nommé par eux *papyrus ;* pour cet effet on les cousoit ensemble & on les poissoit. Les éthiopiens, selon Pline, avoient des bateaux qui pouvoient être pliés; ils les portoient sur leurs épaules jusqu'au bas des cataractes du Nil, pour les remettre sur le fleuve, & s'embarquer ensuite de nouveau. Schœffer pense que c'étoient des peaux tendues par des bois circulaires. Les sauvages d'Amérique creusent des arbres en forme de bateau; ils sont capables de contenir près de 40 hommes, & font même des voyages de plus de 80 lieues, ainsi que l'attestent le capitaine Cook, & les autres navigateurs qui ont fait le tour du monde. Les sauvages du Canada construisent leurs barques avec l'écorce du bouleau, qu'ils cousent. Les groenlandois fabriquent leurs barques & bateaux avec des peaux de poisson

tendues sur une petite charpente ; au lieu de bois ils emploient souvent les os des poissons. De ces divers bateaux à un vaisseau de guerre du premier rang, il y a loin; mais cependant, c'est la série de ces essais imparfaits, qui a conduit par degrés les hommes à l'art savant du constructeur de vaisseau.

Il y a diverses espèces de bateaux de différentes grandeurs, & composés de matières plus ou moins pesantes. Il n'est pas nécessaire, pour qu'un bateau surnage, qu'il soit d'une matière plus légère, spécifiquement qu'un égal volume d'eau, puisqu'on en fait avec des bois plus pesants que l'eau, avec du cuivre, &c., dont le poids spécifique est bien plus grand, comme le prouvent les gondoles de cuivre qui servent au passage de nos armées; & les bateaux de terre cuite que les Egyptiens fabriquoient, selon le rapport de Strabon. Afin qu'un bateau, même chargé, soit plus léger qu'un égal volume d'eau, il faut seulement que la totalité du poids de ce bateau soit moindre que celle du volume d'eau qui lui répond, c'est-à-dire, qui a été déplacé par la partie plongée du bateau. Or, c'est ce qui a lieu dans un bateau, une barque ou un vaisseau qui surnagent; car le bateau, à cause de sa grande capacité, répond à un grand volume d'eau dans lequel il ne peut s'enfoncer totalement, sans être chargé d'un poids égal au poids du volume à déplacer. Mais, en chargeant de fardeaux une barque, on a soin de rendre son poids total moindre que le poids d'un volume d'eau égal au sien. Le bateau doit donc nécessairement surnager à cause de sa légèreté spécifique (*Voyez* l'article HYDROSTATIQUE). Par-là on voit la raison pour laquelle un bateau s'enfonce, lorsque l'eau y pénètre par quelque trou ou fente : dans cette circonstance, le poids de l'eau qui s'est insinué dans le bateau, à la place de l'air qui y étoit contenu, ajoute à la charge & forme un poids total spécifiquement plus grand que le poids d'un égal volume d'eau.

Ces principes supposés, il ne sera pas difficile de trouver la valeur de la charge d'un bateau. Supposons que cette barque ait 120 pieds de longueur sur 15 de largeur, & que la charge l'ait fait enfoncer de deux pieds, on connoîtra le poids total des marchandises par le poids du volume d'eau qui a été déplacé. Or, on évaluera ce dernier de la manière suivante, en multipliant les trois nombres l'un par l'autre, 120 par 15, dont le produit est 1800 pieds qui, multipliés par 2 pieds d'enfoncement, donnent 3600 pieds cubes d'eau déplacés par le bateau; mais le pied cube d'eau douce étant de 70 livres, on multipliera 3600 par 70, & le produit 252,000 livres exprimera la valeur du poids de la charge de la barque. S'il s'agissoit d'évaluer la charge d'une barque sur mer, il faudroit multiplier, non par 70, mais par 72, parce que le pied cube d'eau de mer, d'eau salée, pese 72 livres.

C'est avec beaucoup de raison qu'on a remarqué que la manière de transporter par bateaux les fardeaux étoit infiniment avantageuse, relativement à celle de voiturer par charrettes : une charge de trois mille est beaucoup plus forte que celle que peuvent tirer trois chevaux, en marchant plusieurs jours de suite. Si donc on divise par 3, la charge du bateau dont nous venons de parler, & qui est 252,000, on trouvera 84 fois trois mille. Il faudroit donc 84 charrettes & 252 chevaux, pour transporter ce que quatre matelots & huit ou dix chevaux peuvent mener par eau & par bateau, presque sans frais.

Les bateaux vont ordinairement à rames ou à voile; il faut considérer séparément ces deux objets. Lorsque les bateaux sont menés par des rames, ils sont mus par des leviers du second genre, car il faut considérer que le point d'appui est sur l'eau qui est frappé avec vîtesse & qui résiste, la puissance est la main qui tient l'autre bout de la rame, & la résistance à mouvoir est le bateau qui est uni au milieu de la rame. La rame est donc un levier du second genre, puisque la résistance est entre le point d'appui & la puissance. Aristote & quelques autres, se sont donc trompés en regardant la rame comme un levier du premier genre; elle ne peut l'être que lorsque le bateau est fixé & qu'on fait agir la rame, qui, dans ce cas, ne fait mouvoir que des masses d'eau.

Chaque rame étant donc un levier du second genre, le bateau est mu par deux leviers & par deux puissances, dont l'une tend à diriger le bateau vers la droite & l'autre vers la gauche. Mais le bateau qui est le mobile, étant sollicité en même-temps à se mouvoir par deux forces dont les directions sont seulement disparates, doit obéir, autant qu'il est possible, à toutes les deux, & décrire la diagonale d'un parallélogramme dont les côtés expriment les directions & l'intensité des puissances; le bateau continuera ainsi à se mouvoir, tant que les puissances agiront. Si une puissance prévaut d'un côté, en employant une plus grande force, le mobile s'approchera davantage de la direction de cette puissance. Ce qu'on vient d'établir a lieu, lorsque le bateau se meut sur une eau tranquille, ou suivant la direction d'un courant qui, dans ce cas, est une troisième puissance dont la direction conspirant avec la direction moyenne produite par l'effort des deux rames, augmente la vîtesse du bateau.

Si la direction du courant d'une rivière est opposée en partie à la direction moyenne des rames, comme dans le cas où le batelier se propose d'aller d'un rivage à l'autre, alors il faut considérer le mouvement moyen imprimé par les deux rames comme n'étant produit que par une seule puissance, & le combiner avec celui du courant; alors ce

mouvement composé se fera, selon une nouvelle diagonale qui aboutira au point auquel on se propose d'arriver. Pour cet effet, celui qui rame ne doit pas tendre directement à ce but par une ligne perpendiculaire au courant de la rivière, comme s'il navigeoit sur une eau tranquille; car le courant, par son impulsion continuelle, le porteroit d'autant plus au-dessous de ce point qu'il seroit plus rapide. Il faut donc qu'il dirige plus haut son bateau, afin que le but qu'il se propose d'atteindre, se trouve à l'extrémité de la diagonale d'un parallélogramme construit sur la direction & le rapport des deux puissances. Cette diagonale me paroît être une ligne droite au moins sensiblement, lorsque le courant est peu rapide, ou lorsque, s'il a une certaine force, un grand nombre de rameurs agissent avec beaucoup de vîtesse. Mais, quand il n'y a qu'un ou deux rameurs, la ligne que décrit le bateau est une ligne courbe (c'est-à-dire, une suite de petites diagonales, de petites lignes droites inclinées les unes aux autres); parce que l'impulsion du courant est continuelle, & celle des rames est interrompue par des instans alternatifs de repos, ceux où la rame est élevée & abandonne le point d'appui qui est l'eau. Cette raison ne me paroît avoir encore été donnée.

Les grands bateaux qui descendent les fleuves & les rivières sont entraînés par le courant, & suivent sa direction. Ils ont à leur poupe un aviron ou gouvernail pour les diriger, qu'on fait mouvoir alternativement de gauche à droite & de droite à gauche, avec plus ou moins de vîtesse, tantôt continuellement, tantôt avec des intermittences, quelquefois plus long-temps d'un côté que d'autre; de sorte qu'on est maître de faire suivre au bateau telle diagonale qu'on veut tenir pour éviter des obstacles, ou pour s'approcher d'un côté ou de l'autre. La queue des poissons est une espèce d'aviron, & peut en avoir donné l'idée. Le poisson, frappant l'eau avec prestesse à droite & à gauche, suit une direction moyenne entre celle de chacune de ces deux impulsions; il n'y a rien à dire des bateaux ou diligences d'eau qui sont tirées par des chevaux, ils suivent nécessairement l'impulsion que leur donne la corde. Les bateaux à voile sont poussés par le vent, & ils suivent la direction de ce moteur sur une eau tranquille ou une direction moyenne, lorsque le courant de la rivière en a une différente. Il y en a qui considèrent les bâtimens à voile comme des leviers du premier genre. Les vents qui font une impulsion sur les voiles & les mâts sont la puissance; l'eau qu'il faut diviser est la résistance; le point où les mâts sont unis au bâtiment est le point d'appui.

Bateau pneumatique, Bateau a air. Ce bateau a été imaginé par M. Coulomb, d'après l'idée qui a fait inventer la cloche du plongeur; il paroît propre à exécuter sous l'eau toutes sortes de travaux hydrauliques, qu'il peut être avantageux dans tous les genres d'excavation à faire sous l'eau, aux profondeurs qu'exige la navigation de nos ports, de nos rades, & de nos rivières; & qu'il paroît satisfaire également à tous les genres de travaux, & aux mâçonneries que l'on voudra fonder sous l'eau à des profondeurs de trente à quarante pieds.

Ce bateau a la forme de trois caisses jointes l'une à l'autre, faisant en tout une longueur de 24 pieds sur 9 de large. La *figure* 154 représente ce bateau vu en perspective; la *figure* 155 représente son plan. Les *figures* 156 & 157 sont deux coupes verticales correspondantes aux lignes désignées au plan; les deux caisses A & B qui forment les extrémités du bateau, ont 9 pieds dans le sens de la longueur du bateau; celle du centre n'a que 6 pieds dans œuvre. Les caisses A & B ont 9 pieds 6 pouces de hauteur; celle du centre a 11 pieds, & est posé de manière qu'elle dépasse, *figure* 156, les caisses A & B de 7 à 8 pouces dans leur partie inférieure, & à peu près d'un pied dans la partie supérieure. La partie inférieure des caisses A & B est fermée par un fond en madriers, en sorte qu'elles forment ponton; la caisse du centre qui est celle où l'air doit être comprimé, est ouverte en entier dans sa partie inférieure, & est fermée par un plafond en madriers dans sa partie supérieure. Ce plafond est percé de trois trous. Le premier trou *a*, *figure* 154, de 18 à 20 pouces de diamètre, se ferme exactement au moyen d'une trappe garnie de cuir; ce trou est destiné à introduire les travailleurs dans la caisse de compression; au centre de cette trappe l'on pratique un châssis où l'on cimente avec soin une glace très-épaisse pour donner du jour dans l'intérieur de la caisse; cette glace est soutenue extérieurement par plusieurs tringles, pour empêcher l'air qui doit être comprimé dans la caisse, de l'enfoncer. Le second trou *b* n'a que deux pouces de diamètre; il se ferme en dessous par une petite soupape à contrepoids, qui empêche l'air comprimé dans la caisse de s'échapper; ce trou donne communication au moyen d'un tuyau, entre la caisse de compression & un soufflet placé sur le plafond de cette caisse, & destiné à y renouveler & à y comprimer l'air. Le troisième trou *d* est surmonté d'un tuyau vertical d'un ou deux pieds de longueur, garni à son extrémité supérieure d'un robinet ouvert en partie pour évacuer l'air que la respiration des hommes pourroit corrompre, & qui est chassé par l'air nouveau que les soufflets introduisent continuellement dans la caisse C.

L'on voit, *figure* 158, une coupe du soufflet dans le sens de sa longueur; l'air entre dans ce soufflet au moyen d'un trou *d* garni d'une soupape; en fermant le soufflet, cette soupape se

ferme, & l'air paſſant dans le tuyau *a b*, ſoulève une autre ſoupape *b*, & entre dans la chambre de compreſſion.

La chambre de compreſſion eſt doublée intérieurement avec des lames de plomb ſoudées avec ſoin, pour empêcher l'air comprimé de s'échapper par les joints des madriers. Les détails de la conſtruction & liaiſon de ce bateau ſont faciles à imaginer d'après les figures. Celui qu'on repréſente ici eſt formé au moyen d'un double bordage de trois pouces d'épaiſſeur. Les madriers, poſés horiſontalement, ſuivant la longeur du bateau, ſont percés de quatre trous pour recevoir les tenons des madriers horiſontaux qui forment la ſéparation des caiſſes. Ces tenons ſont aſſujettis par des clefs. Un ſecond bordage de madriers poſés verticalement recroiſe à angle droit les madriers horiſontaux contre leſquels il eſt boulonné & chevillé; ce qui donne à l'enſemble la plus grande ſolidité. Le fond des pontons A & B, & le plafond de la chambre de compreſſion C, ſont attachés contre une liſſe horiſontale que l'on voit à la *figure* 156.

Manœuvre du bateau. Le bateau ſera leſté de manière que les pontons s'enfoncent de ſept pieds dans l'eau, en ſorte que la chambre de compreſſion aura ſept pieds & demi de tirant d'eau, l'eau rempliſſant juſqu'à cette hauteur l'intérieur de cette chambre. Si on ſe propoſe donc de récéper ſous l'eau un rocher qui en eſt toujours couvert, comme, par exemple, le rocher de Quillebœuf qui interrompt la navigation de la Seine, lorſqu'il n'y aura plus que ſept pieds & demi de hauteur d'eau ſur le rocher, le bord inférieur de la chambre C commencera à le toucher; alors il ne ſera plus queſtion, pour pouvoir déblayer le rocher, que d'introduire les travailleurs dans la caiſſe de compreſſion, de fermer la trappe, & de chaſſer, au moyen des ſoufflets, toute l'eau contenue dans la chambre de compreſſion, en y ſubſtituant de l'air à la place; par-là lorſque le bord inférieur de la caiſſe de compreſſion touchera le rocher, toute la partie renfermée ſous cette caiſſe ſe trouvera à ſec. Sur quoi l'on remarquera, qu'en même temps que l'air en ſe condenſant videra l'eau de deſſous la caiſſe, il fera effort par ſa réaction contre le plafond de cette même caiſſe, & il ſoulevera le bateau; en ſorte que la chambre de compreſſion, ayant ſix pieds dans un ſens & neuf pieds dans l'autre, & les caiſſes A & B, *figure* 154, ayant pour baſe un quarré de neuf pieds de côté, le tirant d'eau de la caiſſe C qui, primitivement étoit de ſept pieds ſix pouces, ſe trouvera réduit, lorſque l'eau aura été complétement chaſſée de deſſous la caiſſe, à cinq pieds ſept pouces ſix lignes.

Voici le calcul qui déterminera le tirant d'eau du bateau dans la *figure* 159; $C\,l$, repréſente le tirant d'eau de la chambre de compreſſion avant que l'air ſoit condenſé; $C\,g$ repréſente le tirant d'eau de cette même chambre après la condenſation, & que toute l'eau a été chaſſée. Ainſi la condenſation de l'air répond pour lors à une colonne d'une hauteur $C\,g$, & par conſéquent le plafond de la chambre eſt preſſé par une action égale à une colonne d'eau de la hauteur $C\,g$. Donc, en ſuppoſant que B ſoit égal à une ſection horiſontale de la caiſſe de compreſſion B multiplié par $C\,g$, exprimera la preſſion que l'air condenſé exerce pour ſoulever le bateau. Or, comme le bateau eſt ſuppoſé relevé de la quantité $g\,l$, ſi A eſt égal à la ſurface horiſontale des deux pontons, $A\,l\,g$ ſera la différence des maſſes d'eau déplacées avant & après la condenſation de l'air. Ainſi, ſuivant les lois de l'équilibre des fluides, nous aurons l'équation $A\,l\,g = A\,(C\,l - l\,g) = B\,C\,g$; d'où $C\,g = \frac{A.\,C\,l}{A - B}$ en appliquant cette formule à l'exemple propoſé, l'on aura $C\,l =$ 7 pieds $\frac{1}{2}$, $A = 18$ pieds $\times$ 9 pieds $B = 6$ pieds $\times$ 9 pieds, & par conſéquent $C\,g = 5$ pieds 7 pouces 6 lignes.

Après l'opération dont nous avons parlé ci-deſſus, le bord inférieur de la chambre de compreſſion ne commencera à toucher le rocher que lorſqu'il ne reſtera plus que 5 pieds 7 pouces 6 lignes de hauteur d'eau au-deſſus, & pour lors toute la partie du rocher renfermée ſous la chambre de compreſſion, qui forme ici une ſurface de 54 pieds carrés, ſe trouvera abſolument ſec, ſi le rocher eſt horiſontal; & ſi le rocher eſt incliné, il n'y aura que la partie la plus élevée du rocher qui ſera découverte; dans la partie inférieure il reſtera une hauteur d'eau égale à la pente du rocher ſur 9 pieds de longueur, qui eſt la plus grande dimenſion de la chambre. Cette hauteur au ſurplus ne ſera jamais que de quelques pouces, ſi le travail eſt conduit avec intelligence. Dans tous les cas, les travailleurs, renfermés dans la caiſſe de compreſſion, ſe pourvoiront de quelques pieds cubes d'argile, pour pouvoir boucher la jonction du rocher avec le bord de la chambre, non ſeulement dans les parties les plus élevées, mais même dans la plus grande partie de contour, s'ils le jugent néceſſaire. Ils formeront de plus, contre un des coins de la chambre, un petit baſſin d'un pied de diamètre, communiquant avec l'eau extérieure, pour y vider avec une pelle hollandoiſe ou quelque moyen équivalent, les eaux qui filtreroient dans leur travail. Dans le déblai ils s'araſeront par couches de niveau à peu près d'un pied d'épaiſſeur. Voici la marche que l'on pourra ſuivre dans la conduite de l'ouvrage. L'on commencera par renfermer ſous la caiſſe, & par déblayer la ſommité du rocher que l'on enfoncera ſeulement d'un pied; enſuite l'on

arrasera à ce niveau toutes les parties voisines. Lorsque le rocher aura été baissé d'un pied, l'on entreprendra une seconde couche de la même épaisseur que la première, l'on s'arrasera par-tout de niveau; la troisième couche s'entreprendra & s'exécutera comme les deux autres; le rocher, après cette opération, se trouvera baissé de trois pieds, & ainsi de suite.

La dépense de cette opération, comparée avec celle qui résulte des moyens ordinaires, sera sûrement moins considérable pour estimer le temps nécessaire à quatre travailleurs, qui suffisent pour remplir la caisse de compression d'air condensé, & pour chasser toute l'eau qui y est contenue; on raisonnera de la manière suivante; suivant les expériences de Désaguiliers (*Cours de Physique expérimentale, tome II, pag.* 593.) un homme peut élever avec une bonne machine, par un tuyau, un muid ou huit pieds cubes d'eau à dix pieds dans une minute; ou ce qui revient au même, un peu plus de quatorze pieds cubes à cinq pieds sept pouces six lignes. Or la compression de l'air, & par conséquent la réaction de sa pression est supposée répondre à une colonne d'eau de cinq pieds sept pouces six lignes; ainsi en proportionnant les dimensions des soufflets, & la longueur des leviers, de manière que les hommes puissent commodément y employer leur force, un seul homme pourroit fournir dans la caisse de compression quatorze pieds cubes d'air par minute, & les quatre hommes en fourniroient cinquante-six pieds cubes, aussi par minute; mais comme la caisse de compression contient un volume de cinq cens quatre-vingt-quatorze pieds cubes, & que l'air atmosphérique n'y est pas tout à fait comprimé d'un cinquième de son volume, il s'ensuit, qu'après la compression, il y aura 712 pieds cubes d'air atmosphérique renfermé dans la caisse de compression. Mais avant le commencement de l'opération il restoit dans la partie supérieure de la caisse un espace de trois pieds & demi de hauteur au-dessus de l'eau, qui contenoit 189 pieds cubes d'air; ôtant cette quantité de 712 pieds cubes que contient la caisse après la compression, il en résulte, qu'il faudra introduire 523 pieds cubes d'air atmosphérique, pour vider toute l'eau contenue dans la caisse, ce qui, d'après les calculs qui précédent, s'opérera facilement dans dix minutes par quatre hommes, puisqu'ils peuvent élever à 5 pieds 7 pouces 6 lignes 560 pieds cubes d'eau dans dix minutes. Il y aura à la vérité une partie des forces perdue, parce qu'il faut qu'avant de pouvoir faire passer l'air du soufflet dans la caisse de compression, cet air soit réduit dans le soufflet au même degré de densité où il se trouve dans la caisse; ainsi il faut que le volume d'air renfermé dans le soufflet, soit diminué à peu près d'un cinquième, avant que l'action des hommes soit employée utilement à faire passer l'air dans la caisse de compression. Mais cette perte de force ne peut guère être estimée qu'à un dixième de la force totale, parce que la résistance qu'oppose l'air comprimé à l'action des hommes, est nulle lorsque le soufflet est entièrement ouvert, & que cette résistance n'équivaut à une colonne d'eau de 5 pieds 7 pouces 6 lignes, que lorsque l'air a acquis le même degré de densité dans le soufflet que dans la caisse. L'on doit faire la même réflexion par rapport à la somme des forces que les hommes seront obligés d'employer pour remplir la caisse. Dans le commencement de l'opération, la densité de l'air étant la même dans la caisse & dans l'atmosphere, la résistance que les hommes éprouvent pour commencer à condenser l'air dans la caisse, est nulle; & ce n'est que lorsque l'eau est entièrement chassée de la caisse, qu'ils ont à vaincre une résistance répondante à une colonne d'eau de 5 pieds 7 pouces 6 lignes; en sorte que la résistance moyenne ne peut guère être estimée au-delà d'une colonne d'eau de trois pieds de hauteur. Ce qui d'après le calcul des machines, réduiroit le travail nécessaire pour vider entièrement la caisse de compression, à 6 ou 7 minutes de temps. La consommation de l'air respiré par les hommes, est estimée par M. Désaguilliers à un muid ou à huit pieds cubes d'air par heure; ainsi ce ne sera qu'une consommation de 6 ou 7 pieds cubes au plus, pour le temps qu'il faudra aux quatre hommes pour vider la caisse. Doublons si nous voulons la perte des forces; augmentons la consommation d'air que les hommes respirent, forçons au désavantage de cette machine tous les accidens qui pourroient en retarder l'effet; supposons que pour purifier l'air de la caisse, l'on évacue par minute quatre ou cinq pieds cubes d'air par le tuyau placé sur le plafond de la caisse, nous ne pourrons jamais, malgré tous ces désavantages, estimer à plus de 15 minutes le temps nécessaire à quatre hommes, pour vider la caisse & mettre le rocher à sec. Lorsque l'eau aura été entièrement chassée de la caisse de compression, deux hommes suffiront pour entretenir une circulation, qui rendra l'air renfermé dans cette caisse, plus pur que celui que l'on respire dans nos salles de spectacle, & dans la plupart de nos appartemens.

S'il pouvoit rester quelques doutes, il suffira pour les dissiper, de faire réflexion qu'il sera toujours facile d'augmenter le nombre des soufflets, & celui des travailleurs qui doivent les mettre en mouvement; & que quatre ou cinq manœuvres de plus n'influeront jamais sensiblement sur la dépense d'un pareil travail.

Lorsque l'on voudra donner une grande densité à l'air, comme, par exemple, le double de la densité atmosphérique, l'on pourra substituer des pompes aux soufflets: les pompes à piston de mercure,

mercure, exécutées en Angleterre, & décrites par Desaguilliers, tom. II, p. 576, me paroissent préférables pour condenser l'air, à toutes celles que l'on trouve dans nos cabinets de physique; mais nous croyons cependant que lorsqu'il ne faudra condenser l'air de la caisse que d'un tiers de plus que la densité atmosphérique, c'est-à-dire, qu'il faudra seulement soutenir par la compression de l'air une colonne d'eau de 10 ou 11 pieds, des soufflets seront plus commodes.

On auroit pu augmenter les dimensions de notre chambre & celles des pontons à proportion; il en seroit résulté que l'on auroit pu y renfermer un plus grand nombre de travailleurs, & embrasser à chaque marée une plus grande surface; mais il nous a paru que tout compensé, les dimensions que nous adoptons suffisoient pour satisfaire à la question actuelle. La hauteur de la chambre a été réglée de manière que les hommes commençassent à travailler lorsqu'il resteroit encore 5 pieds 7 pouces de hauteur d'eau au-dessus du rocher; mais d'après les données de la question, comme le rocher ne reste couvert à basse mer que d'un pied de hauteur d'eau, les travailleurs, dans beaucoup de marées, auront plus de trois heures de travail; temps que nous croyons suffisant à quatre hommes pour enlever 50 pieds de surface sur un pied de profondeur, quand même ils seroient gênés par 8 ou 9 pouces de hauteur d'eau.

Il nous reste encore, pour remplir l'objet de ce mémoire, de chercher les moyens de se débarrasser à chaque marée, des déblais que les travailleurs formeront sous la caisse de compression. L'on voit, *figure* 156 & 157, dans l'intérieur de cette caisse, une grande hotte qui a cinq pieds de hauteur, trois pieds de largeur dans la partie supérieure, & seulement un pied & demi dans la partie inférieure; le fond qui ferme la partie inférieure de cette hotte est attaché à charnières au côté de la chambre, & est soutenu au moyen de deux chaînes liées au plafond de la chambre, mais que l'on peut lâcher à volonté; cette hotte est attachée trois ou quatre pieds plus haut que le terrein que l'on veut déblayer, pour que l'on puisse travailler par-dessous; elle a toute la longueur de la chambre, & contiendra facilement les déblais que quatre travailleurs pourront fournir dans une marée. La hauteur des bords des pontons au-dessus de la surface de l'eau est trop grande, pour que l'on puisse craindre que la charge de 50 pieds cubes de déblai puisse faire couler le bateau; c'est de quoi l'on s'assurera facilement par le calcul. Lorsque le travail sera fini, & que le montant de la mer mettra le bateau à flot, on le conduira dans quelque partie de la rivière, où les déblais que l'on videra en lâchant les chaînes, ne pourront point nuire à la navigation.

Après tous les détails dans lesquels nous venons d'entrer, nous croyons qu'il ne doit rester aucun doute sur la réussite des moyens que nous proposons. Le seul danger que l'on pourroit peut-être craindre, seroit que la condensation de l'air ne nuisît à l'économie animale des hommes renfermés sous la caisse de compression; mais si l'on fait attention que l'excédent de la densité de notre air comprimé sur celui de l'atmosphère ne répond qu'à une colonne d'eau de cinq pieds & demi, & qu'en traversant des pays de montagne, l'on éprouve quelquefois de pareilles différences sans s'en appercevoir, l'on sera entièrement rassuré sur ce danger. Je pourrois rapporter un grand nombre d'expériences faites à ce sujet, mais je me contenterai de citer celles de quelques Physiciens dont l'exactitude & la sagacité sont connues. M. Muschembroeck dit « que les hommes » se trouvent assez bien sous l'eau à une profon- » deur de 300 pieds, pourvu que l'on y renou- » velle l'air, & que l'on y fournisse celui néces- » saire à leur consommation ». Si une variation de densité répondant à une colonne d'eau de 300 pieds de hauteur ne dérange pas l'économie animale, celle qui répond à 5 ou 6 pieds doit être absolument insensible. L'on trouve dans la Physique du docteur Désaguilliers, que M. Edmond Halley a fait lui-même plusieurs expériences en s'introduisant sous la cloche du plongeur, où il renouveloit l'air au moyen d'un tonneau que l'on descendoit de la surface de la mer, sans qu'il lui soit jamais arrivé aucun accident. L'on trouve dans le même ouvrage une lettre de M. Martin Triewal, qui tenoit du gouvernement de Suède le privilége des plongeurs sur le bord de la mer Baltique. Il assure avoir toujours fait avec succès ses opérations au moyen de la cloche du plongeur de M. Halley: il dit entre autres choses remarquables qu'un des plongeurs dont il se servoit étoit âgé de soixante ans, & faisoit ce métier depuis l'âge de vingt ans.

En réfléchissant sur l'assertion de M. Muschembroeck & sur les expériences rapportées par M. Désaguilliers, il en résulteroit qu'il n'y auroit aucune espèce de danger à craindre en faisant travailler les hommes dans un air condensé sous une colonne d'eau de trente à quarante pieds de hauteur. Ainsi il paroît qu'un bateau à air pourroit être de la plus grande utilité pour exécuter sous l'eau une foule de travaux qui, jusqu'ici ont paru impossible, ou n'ont été tentés qu'avec des frais & des risques énormes. Le bateau que l'on destineroit à de grandes constructions, pourroit avoir 30 ou 40 pieds de hauteur, la chambre de compression auroit 15 ou 20 pieds de longueur & de largeur, les autres dimensions du bateau s'augmenteroient dans les mêmes proportions.

Si l'on vouloit se servir d'un pareil bateau pour fonder une maçonnerie dans la méditerranée ou dans le lit profond d'une rivière, après avoir ap-

plani le terrein & y avoir, si on le croyoit nécessaire, enfoncé des pilots & coulé un grillage, l'on renfermeroit dans la chambre de compression les matériaux nécessaires pour former un établissement d'un pied de hauteur sur toute la surface renfermée sous la chambre; l'on mettroit ensuite à sec le dessous de la chambre par le moyen des pompes de compression, si les soufflets n'étoient pas suffisans; l'on couleroit le bateau, & on le mettroit à flot au moyen de quelques pieds cubes d'eau que l'on introduiroit dans les pontons, & que l'on videroit à volonté.

Pour rendre l'usage de cette grande caisse plus commode, pour pouvoir y renouveler les travailleurs & y introduire quand on voudra des matériaux & des outils sans laisser remonter l'eau dans la caisse, il faudra pratiquer dans la partie supérieure de la chambre de compression, un ou deux petits coffres de quatre ou cinq pieds dans tous les sens, doublés, comme la chambre, d'une lame de plomb; ces coffres communiqueront au moyen de deux portes, d'un côté, avec la chambre de compression, de l'autre, avec l'air extérieur; par ce moyen l'on pourra former un dépôt, & introduire dans la chambre de compression tout ce que l'on jugera à propos, sans y diminuer l'état de condensation nécessaire pour tenir à sec le dessous de la caisse.

Le rocher de Quillebeuf étant formé de marne, mêlé de lits de silex, la pioche, le pic à roc, des coins, & quelques autres outils du même genre, suffiront pour en entreprendre le déblai; mais dans les cas où la dureté du rocher exigeroit que l'on se servît de poudre, voici comme on pourroit s'y prendre. Suivons toujours les données de notre exemple. La chambre de compression ayant ici 11 pieds de hauteur, l'on pourra facilement y manœuvrer une barre de mineur. Après avoir percé le rocher à la profondeur convenable, l'on introduira au fond du trou de la mine une petite boîte cylindrique de fer-blanc, à peu près de même diamètre que ce trou; elle aura la hauteur suffisante pour contenir la poudre de la charge; au couvercle de cette boîte l'on soudera un petit tuyau de fer-blanc de deux ou trois lignes de diamètre, qui renfermera une composition d'artifice très-foible, destinée à porter l'inflammation jusques dans la mine; le sommet du tuyau sera enduit de quelque matière graisseuse, & s'élevera au-dessus du niveau de la mer basse; on le soutiendra, si on le juge nécessaire, avec des cordages attachés à des pointes enfoncées dans les joints du rocher pour empêcher les courans de le rompre; la mer en montant, mettra à flot le bateau à air qui couvre la mine; on l'éloignera, lorsque son bord inférieur se trouvera plus haut que l'extrémité du tuyau qui contient l'artifice. Lorsque le reflux découvrira ensuite l'extrémité du tuyau, une chaloupe viendra y mettre le feu; la lenteur de l'inflammation donnera le temps à la chaloupe de s'éloigner avant l'explosion.

Dans la méditerranée & dans le lit des rivières où l'on n'a pas le secours des marées, l'on parviendra à faire jouer les mines sous l'eau, de la manière suivante. Le tuyau de fer-blanc qui contient l'artifice, ne s'élevera que d'un pied au-dessus du rocher, mais il sera terminé par un tuyau de cuir enduit extérieurement de quelque matière impénétrable à l'eau, & intérieurement d'un vernis incombustible. Ce tuyau de cuir sera soutenu intérieurement contre la pression de l'eau par des tuyaux de fer-blanc ou des cercles de gros fil de fer; son extrémité sera fermée avec soin, l'on y attachera un corps flottant, afin que lorsque la mine sera découverte, & que le bateau sera à flot, l'extrémité du tuyau s'élève à la surface de l'eau; un fil soufré que l'on introduira dans le tuyau, ou quelque moyen équivalent, portera l'inflammation jusques dans la mine. La réussite de cette opération dépendra absolument du soin que l'on aura pris de rendre le tuyau de cuir impénétrable.

On doit encore avoir soin d'introduire continuellement du nouvel air dans la caisse de compression, tout le temps que le travail durera une partie servira à la consommation des travailleurs, & l'autre chassera l'ancien air, qui s'échappera entre les joints du rocher par-dessous la caisse, & par le tuyau & par le robinet placé au sommet de la caisse de compression. Ce robinet sera toujours ouvert de manière à évacuer la moitié ou le tiers de l'air que l'on introduira continuellement au moyen des soufflets ou des pompes, le reste s'échappera par le dessous de la caisse.

Ce bateau n'a de commun, avec la cloche du plongeur, que le principe de sa construction. La cloche du plongeur est toujours suspendue par une corde & manœuvrée par des cabestans. Si on veut qu'elle déplace un volume d'eau un peu considérable, il faut lui donner un poids énorme, & sa manœuvre devient très-difficile. S'il arrive un accident, le seul homme qu'elle peut renfermer, est souvent étouffé & noyé avant qu'on puisse la tirer de l'eau; mais avec ce bateau on pourra mettre à sec, au milieu des eaux, des surfaces de plus de 400 pieds carrées, sans avoir rien à craindre, parce que la partie supérieure de cette caisse est toujours hors de l'eau; que les travailleurs qui y sont renfermés peuvent parler avec ceux qui sont au-dehors; que l'air y est renouvelé par des courans continuels. La manœuvre de ce bateau paroît dans tous les cas devoir être de la plus grande facilité; elle s'exécute dans l'océan par le seul mouvement des marées qui le coule & les

met à flot; dans la méditerranée & dans les rivières, quelques pieds cubes d'eau introduits dans les pontons, & vidés avec des pompes, peuvent remplir le même objet. Ce qu'on vient de lire est tiré d'un mémoire intitulé: *Recherches sur les moyens d'exécuter sous l'eau toutes sortes de travaux hydrauliques sans employer aucun épuisement*, par M. Coulomb, capitaine au Corps du Génie, & de l'Académie des Sciences. Ce mémoire fut destiné au concours d'un prix proposé par l'Académie de Rouen sur le sujet suivant : Récéper sous l'eau, dont il est toujours couvert, un rocher qui interrompt la navigation de la Seine auprès de Quillebœuf ? Le rocher reste submergé d'environ un pied dans les plus basses eaux; il est de 60 à 80 pieds de longueur sur 30 à 40 de largeur. Les pilotes désireroient qu'il fût seulement récépé de trois pieds dans sa superficie.

Je concourus aussi pour ce prix, & mon mémoire obtint des éloges comme celui de M. Coulomb. L'Académie déclara que le mémoire de M. Bertholon, coté n°. 6, portant pour épigraphe, *in aquis ut in terrâ*, méritoit des éloges, comme très-intéressant par son érudition, par le détail des succès obtenus à Carlscrona, & par les moyens ingénieux qu'il suggéroit, &c., ce moyen n'ayant aucun rapport avec l'objet de cet article BATEAU PNEUMATIQUE, je n'en dirai rien ici, j'en parlerai à l'article ELECTRICITÉ.

BATON DE CIRE D'ESPAGNE. La cire d'Espagne, est une substance idioélectrique, c'est-à-dire, électrique par nature; c'est une substance non conductrice. (Voyez ces mots & celui d'ELECTRICITÉ.) Personne n'ignore que si on frotte simplement un petit bâton de cire d'espagne sur la manche de son habit, il devient aussi-tôt électrique; qu'il attire des corps légers, & que si ces corps légers sont suspendus par un fil de soie, après avoir été attirés, ils sont aussi-tôt repoussés. Ce bâton fera voir dans l'obscurité une lumière électrique lorsqu'on le frottera, & produira les autres effets d'électricité. M. Dufay ayant autrefois remarqué que la cire d'Espagne, la résine, le soufre, le bitume, &c., étant frottés, produisoient des effets opposés à ceux du verre électrisé, donna le nom d'*électricité résineuse* à ces substances qui tenoient de la nature des résines en général, & réserva le nom d'électricité vitrée pour celle des substances vitreuses. Mais depuis on a généralisé encore plus cette distinction, & on a divisé l'électricité en *positive* & en *négative*, parce qu'on a remarqué, par exemple, que le verre pouvoit, dans certaine circonstances, être électrisé, même négativement, &c. La cire d'Espagne, le soufre en général, sont des substances électriques négativement, car étant frottés, ainsi que le verre, on voit que les corps légers repoussés par le verre, sont attirés par la cire d'Espagne, & que ceux que la cire d'Espagne repousse sont attirés par le verre de la manière la plus constante. Ces expériences se font facilement avec un petit électromètre sensible, & sont un moyen de connoître qu'elle est l'espèce d'électricité qui règne dans un corps quelconque. (*Voyez* ELECTRICITÉ NÉGATIVE.)

Lorsqu'on veut obtenir d'un bâton de cire d'Espagne des effets un peu considérables, on a soin de se procurer un gros bâton de cette substance, & on le frotte de la même manière qu'un tube de verre. J'ai des bâtons de cire d'Espagne de deux pieds de longueur, & d'un pouce & demi de diamètre; on peut leur donner de moindres dimensions. J'en ai fait de plus grands & plus gros encore, en y mettant dans l'intérieur un gros bâton de bois qu'on recouvre ensuite de cire d'Espagne. *Voyez* CIRE D'ESPAGNE.

BATON DE SOUFRE. Le soufre étant électrique par nature, comme la cire d'Espagne & les résines, on développe l'électricité qui lui est propre, lorsqu'on le soumet à un frottement convenable. L'électricité du souffre est négative, tandis que celle du verre est positive, puisque les effets que ces deux substances produisent sont d'une nature contraire. Un tube de verre & un bâton de soufre, frottés & électrisés, présenteront des attractions & des répulsions inverses, ainsi que nous venons de le dire à l'article BATON DE CIRE D'ESPAGNE. De plus, une pointe métallique présentée au verre électrisé, fait briller un point lumineux; tandis que présentée au soufre, à la cire d'Espagne, & aux résines, elle fait paroître une aigrette lumineuse, ce qui est un des caractères distinctifs de l'électricité positive & négative.

Les expériences d'électricité qu'on peut faire avec un bâton de soufre, sont absolument les mêmes que celles qu'on opère par le moyen d'un bâton de cire d'Espagne; mais celui-ci est préférable, parce qu'il n'est pas cassant, qu'il n'est pas sujet à des gerçures, & qu'il ne salit ni n'empâte pas les doigts ou le frottoir. Si cependant on désiroit d'avoir dans un cabinet de physique un bâton de soufre d'une certaine longueur & consistance, on prendroit le moyen suivant qui a déjà été proposé. Il consiste à placer entre les deux pointes d'un tour un bâton raboteux, & sur la surface duquel on aura fait des entailles, il servira de noyau au soufre fondu qu'on versera dessus, tandis qu'on tournera le bâton : ensuite on lui donnera le poli avec la peau de chien de mer. Comme le soufre en se refroidissant a beaucoup de retraite, on remplit les fentes ou gerçures avec de nouveau soufre fondu, & ensuite on polit la surface.

BATON DE BOIS ÉLECTRIQUE. On

peut substituer au bâton de verre ou de cire d'Espagne un bâton de bois dans les expériences d'électricité, ainsi que l'a prouvé le P. Ammersin, Minime, dans un petit ouvrage sur ce sujet. On le fait parfaitement sécher au four, & dans cet état il devient électrique étant frotté ; parce qu'il a acquis ce degré d'élasticité nécessaire pour l'électricité, & qu'il a été dépouillé de l'humidité contenu dans sa substance, si nuisible au développement du fluide électrique par frottement.

Afin que ce bâton, ainsi préparé, conserve longtemps la propriété qu'il a acquise par la dessication, le P. Ammersin le faisoit frire dans l'huile bouillante, afin que ces pores fussent bien imbibés & remplis de cette substance oléagineuse qui empêche une nouvelle humidité de s'insinuer dans le bois, & qui de plus est une substance non conductrice. Ce bâton, bien sec, s'électrise par le frottement, & s'électrise négativement ; il n'est point cassant comme le verre ou la cire d'Espagne, mais la vertu électrique de ces substances lui est préférable. Ces bâtons de bois servent à isoler ; un globe de bois ainsi préparé, ou un plateau de bois, peut de même servir à monter une machine électrique, toujours moins forte que celle de verre *Voyez* BOIS ÉLECTRIQUE.

BATTERIE ÉLECTRIQUE. On donne le nom de batterie électrique à un assemblage de jarres électriques, ou de bouteilles de Leyde, tellement disposées que leurs surfaces intérieures communiquent toutes entre elles, & qu'il y ait de même une communication entre toutes les superficies extérieures. La BOUTEILLE DE LEYDE, comme on l'a vu à cet article, est un vase de verre armé d'une substance conductrice à sa surface intérieure & extérieure, si l'on en excepte deux pouces environ de chaque côté vers l'orifice. Si on réunit dans un même espace plusieurs de ces bouteilles, de telle sorte qu'il y ait entre elles les communications dont nous venons de parler, on aura une petite batterie électrique ; nous disons petite, parce que les bouteilles de Leyde ont peu de superficie. On met ordinairement dans une caisse, doublée en feuilles d'étain laminé, le nombre de bouteilles qu'on destine à une batterie, laquelle peut être plus ou moins grande, suivant que les bouteilles y sont plus multipliées.

Si, à la place de ces bouteilles, on met des bocaux électriques dont la surface est plus grande, la batterie qui en sera composée, aura plus de force à nombre égal. Les jarres électriques ayant une surface bien plus considérable que celle des bocaux, la batterie qui en résultera sera plus puissante & son énergie beaucoup plus forte. Cette gradation, formée par les bouteilles, les bocaux & les jarres électriques, nous donnera donc trois sortes de batteries, les petites, les moyennes & les grandes ; mais l'usage a prévalu, & lorsqu'on parle d'une batterie sans ajouter d'épithète, on entend toujours celle qui est composée de plusieurs jarres. Parmi ces derniers, il y en a d'ordinaires qui n'ont que 4, 6 ou 8 jarres environ ; les autres sont plus ou moins considérables ; il y en a de 20, de 50, de 100, 120, 160, &c. Ces différentes jarres sont alors placées dans plusieurs caisses qu'on met à côté les unes des autres ; mais les jarres de toutes les caisses doivent communiquer entre elles de la même manière que les jarres d'une seule caisse, ainsi qu'on l'a expliqué ci-dessus. La *figure* 185 montre une batterie de six jarres ; chaque jarre A B est étamée ou couverte d'une feuille d'étain laminé, soit en dedans soit en dehors, mais seulement jusqu'en B, comme l'indique la transparence qui est dans la zone supérieure A B. Les surfaces intérieures de ces six jarres ont entre elles une communication par le moyen des tiges de métal G H, I K, L M, N O, P Q. Dans cette figure ces tiges sont vissées à une boule de cuivre P, unie par le moyen d'une virole à une colonne de verre R qui les soutient isolées. La tige de communication P V sert à transmettre l'électricité du premier conducteur de la machine électrique : à présent on supprime cette tige de verre R comme inutile, puisque les tiges verticales L, K M, O, A Q, reposant sur le fond intérieur de chaque jarre, elles n'ont pas besoin d'une colonne extérieure qui les supporte, & qui de plus peut être nuisible, en procurant par sa surface une voie de dissipation au fluide électrique. On ajoute une lame de cuivre Y Z, qui communique avec la doublure métallique intérieure de la caisse E D C, & on y place dessus les substances auxquelles on veut faire éprouver une forte commotion. La caisse se mettant ordinairement sur une table plus longue qu'elle, on peut baisser cette platine Y Z, de sorte qu'elle soit dans l'allignement du fond. Quelquefois on ménage un petit anneau plat avec une chaîne à la place de cette platine. On peut voir, dans la *figure* 186, une batterie de 64 jarres dans une grande caisse.

Les batteries donnent une commotion d'autant plus violente, qu'elles sont plus grandes, c'est-à-dire, qu'elles ont plus de surface étamée. Pour évaluer celle-ci, il faut multiplier la quantité de la surface d'une jarre, par le nombre des jarres, le produit montre quelle est la surface totale de la batterie. Supposons que les jarres étant toutes égales, la surface étamée de chaque jarre soit de 240 pouces quarrés, s'il y a six jarres dans la batterie, la surface étamée ou garnie de feuilles d'étain laminé sera en totalité de 1440 pouces quarrés. Si la batterie étoit de 64 jarres, la superficie entière de la batterie seroit de 15360 pouces quarrés. Lorsqu'on rapporte quelqu'expérience particulière & qui exige une forte électricité & des batteries, on doit dire qu'elle étoit la grandeur des surfaces en pouces ou en pieds quarrés.

Plus les batteries sont considérables, plus elles exigent de temps pour être chargées, autant qu'elles peuvent l'être : quand elles sont considérables, il faut plusieurs heures. On connoît qu'elles sont suffisamment chargées, lorsqu'on entend un bruissement, une crépitation produite par la tendance qu'a le fluide électrique pour passer de l'intérieur à l'extérieur. On emploie encore à cet effet un petit ÉLECTROMÈTRE *de Henley*, qu'on peut visser en P ou à tout autre endroit auquel on aura pratiqué un écrou.

Si une seule jarre est cassée, on ne peut charger la batterie, & il faut ôter cette jarre; parce que sans cette précaution les surfaces intérieures communiqueroient avec les superficies extérieures, & le fluide électrique ne pourroient pas s'accumuler dans les jarres; lorsqu'on soupçonne qu'une jarre est percée ou felée, on doit l'éprouver auparavant, afin de ne pas perdre un temps considérable à tourner la machine. On peut encore s'assurer s'il y a une jarre cassée, à-peu-près de la même manière qu'on connoît si une bouteille de Leyde est fendue, en mettant en contact la tige de la jarre ou de la bouteille avec le conducteur électrique, & faisant tirer des étincelles du conducteur. Si la jarre est fendue, le fluide électrique se dissipe par le fond extérieur de la bouteille, & on ne tire pas d'étincelle du conducteur, comme on en tiroit avant le contact.

Pour qu'une batterie soit bonne, elle doit être composée de jarres électriques bien faites; le verre blanc, comme le crystal, & peu épais, est préférable à celui qui n'auroit pas ces qualités. Les feuilles d'étain doivent être bien collées, afin que le contact soit le plus grand possible. Il est bon de mettre un couvercle de bois, bien ajusté, & mastiqué sur l'ouverture de chaque jarre; il est encore à propos de passer un vernis à la cire d'Espagne, par exemple, sur la surface non étamée de chaque jarre. Par ces précautions on empêche la dissipation du fluide électrique que l'humidité de l'air absorbe facilement par une large ouverture. Chaque couvercle est percé dans le milieu pour laisser passer les tiges verticales de cuivre qui entrent dans la jarre, afin d'y transmettre le fluide électrique.

Si on n'a pas pris la précaution de passer un vernis de cire d'Espagne à l'esprit-de-vin, au succin, &c., il faut essuyer avec soin les jarres à l'endroit non étamé; lorsque le temps est humide, il est nécessaire même de les sécher avec des linges chauds ou auprès du feu. Lorsque le nombre des jarres est considérable, l'embarras est si grand qu'on ne peut se servir de ces batteries que dans les bons temps, où il n'y a pas d'humidité; mais des batteries de 2, 4 ou 6 jarres, peuvent toujours être employées avec succès, lorsque la machine est bonne, & que le local n'est pas humide.

Toutes les expériences d'un cours de physique, même celles qui sont relatives à la fusion des métaux, peuvent se faire avec deux grandes & bonnes jarres dans les bons temps, ou avec quatre jarres si elles sont moins grandes. Il est à propos que dans un cabinet de physique, il y ait plusieurs batteries de 2, 4, 6, 8, &c. jarres électriques; les jarres ordinaires sont de neuf à dix pouces de diamètre & de hauteur.

L'expérience prouve que plusieurs petites jarres, égales en surface à celle de quelques grandes jarres, ne produisent pas autant d'effet que ces dernières; la raison en est que la division d'une surface totale en plusieurs portions de surface, favorise davantage la dissipation du fluide électrique dans l'air, où il y a toujours plus ou moins d'humidité. Une glace étamée, comme sont les carreaux électriques, toutes choses égales, ne se charge jamais si bien, ne conserve jamais autant le fluide electrique qu'une jarre de même surface; parce que dans le premier cas la dissipation du fluide électrique est plus grande que dans le second. Si quelq'un a éprouvé le contraire, c'est que tout n'étoit pas égal, & que le verre du tableau étoit, par exemple, plus mince que celui de la jarre, ou d'une meilleure qualité. C'est ce que j'ai moi-même éprouvé de différentes manières (*Voyez* BOUTEILLE DE LEYDE, ÉLECTRICITÉ, COMMOTION).

La batterie du musée de Teyler à Harlem, avec laquelle M. Vanmarum a fait plusieurs expériences intéressantes, fut d'abord composée de neuf batteries dont chacune contenoit 15 bouteilles. La partie armée de chaque bouteille faisoit environ un pied quarré : ainsi toute la batterie avoit à-peu-près 130 pieds quarrés. Ces bouteilles, placées dans des caisses doublées de plomb, communiquent ensemble. Lorsqu'on veut réunir toutes les batteries, on rapproche toutes les caisses, & on les fait communiquer ensemble.

Les expériences suivantes donnent une idée de la force de cette grande batterie. Lorsqu'elle se décharge le long du bord d'une des bouteilles, elle fond la surface du verre, & y produit des traces raboteuses d'un quart, quelquefois de demi-pouce de largeur. La décharge perce 132 feuilles de papier, & y fait un trou d'un dixième de pouce de largeur. On fit passer la décharge à travers un cylindre de buis de trois pouces de diamètre & autant de hauteur; des trous d'un pouce de profondeur avoient été pratiqués dans les centres des bases de ce cylindre pour y placer deux fils de laiton pour conducteur. Le cylindre fut fendu en deux pièces égales; on a calculé sur d'autres cylindres semblables, qu'il avoit fallu une force de 5535 livres pour fendre celui-ci.

M. Naime avoit fondu par la décharge électrique trois pieds neuf pouces de fil de fer, avec

cette batterie, M. Vanmarum a fondu 15 pieds d'un fil de fer qui a $\frac{1}{151}$ de pouce de diamètre, & 25 pieds de celui $\frac{1}{240}$ de pouce de diamètre.

Cette batterie a été de beaucoup augmentée en 1790, puisqu'elle a actuellement cinq cent cinquante pieds quarrés de surface garnie. On s'en est servi pour faire des expériences sur quelques espèces d'animaux, afin de connoître par ce moyen la cause de la mort des hommes ou des animaux frappés par la foudre. Nous les ferons connoître à l'article, ELECTRICITÉ, considérée relativement aux animaux & à leur irritabilité.

BAUDRUCHE. L'usage qu'on a fait de la baudruche pour en former de petits ballons aérostatiques pleins de gaz inflammable, & qui s'élèvent dans l'air, dès qu'on les abandonne, exige que nous entrions ici dans quelques détails sur cette matière. La baudruche n'est autre chose que la pellicule intérieure, dont le gros boyau du bœuf est tapissé. On détache d'abord cette légère enveloppe, qui vient d'abord pleine d'inégalités & couverte de graisse : ces inégalités & cette graisse s'enlèvent en passant légèrement le tranchant mousse d'un couteau sur la surface de la baudruche. Pour cet effet on l'applique toute fraîche sur les montans verticaux d'une espèce de chevalet; quand elle est bien égale & bien dégraissée, on l'humecte avec un peu d'eau, & l'on applique l'une sur l'autre deux peaux de baudruche humides; l'humidité suffit pour les unir indivisiblement. On leur donne ensuite deux préparations principales; la première se fait en mettant chaque feuille de baudruche entre deux feuilles de papier, on en fait ainsi un tas de cinquante ou même plus, qu'on bat à grands coups d'un large marteau; c'est ce qui s'appelle *faire suer* : l'effort du marteau fait sortir la graisse qui peut y rester, & dont le papier se charge à l'instant.

La seconde préparation qu'on appelle *donner le fond*, consiste à humecter la baudruche bien dégraissée avec une éponge imbibée d'une infusion de canelle, de muscade ou autres ingrédiens chauds & aromatiques, ce qui resserre les parties de la baudruche & la consolide. Quand les feuilles sont bien sèches, on les étend l'une sur l'autre pour les mettre en presse.

Pour former des ballons aérostatiques avec la baudruche, on en coupe les feuilles en fuseau, selon un modèle qu'on a tracé, & qui est proportionné au diamètre du ballon qu'on se propose d'élever. On colle ensuite la marge qu'on a laissée à dessein aux fuseaux; & lorsque la colle est sèche on remplit le petit aérostat de gaz inflammable; on bouche l'ouverture du petit tuyau qu'on a laissé au bas du ballon, & il s'élève dans l'air, dès qu'il est devenu libre. On trouvera les détails relatifs à cet objet aux articles AÉROSTAT, BALLONS AÉROSTATIQUES. Il est à propos de passer un vernis sur la baudruche, afin qu'elle conserve plus long-temps le gaz inflammable qui s'évaporeroit par les pores de cette membrane.

La baudruche est employée dans plusieurs arts; elle est principalement en usage chez les batteurs d'or qui, après avoir réduit l'or en lames très-minces, en le battant à coups de marteaux, placent chacune d'elles entre deux feuilles de *baudruche*, & continuent à employer la percussion redoublée du marteau pour réduire les feuilles d'or à un degré plus grand de ténuité, car trente milles de ces feuilles d'or mises les unes sur les autres, n'ont que la hauteur d'une ligne. Sans l'interposition de la baudruche, les feuilles d'or s'écrouiroient, se fendroient & se déchireroient, à force de les battre avec le marteau (*Voyez* DUCTILITÉ & DIVISIBILITÉ *de la matière*).

La baudruche sert pour les coupures, comme le taffetas d'Angleterre; son avantage consiste à préserver la plaie du contact de l'air, & à préserver des frottemens accidentels contre les lèvres de la plaie. On lui a donné le nom de *peau divine*; mais le taffetas d'Angleterre le mérite avec autant de raison.

BÉATIFICATION; *expérience de la béatification électrique*. Il y a environ soixante ans qu'on annonça qu'un professeur de physique, à Wirtemberg, avoit trouvé le moyen, en électrisant une personne isolée sur un tabouret, de la faire paroître environnée d'une gloire étincelante, d'une couronne radieuse. On prétendit que M. Boze, le premier auteur de cette expérience, en employant une forte électricité, étoit venu à bout de rendre resplendissante la tête d'une personne quelconque isolée, & de la faire ressembler en quelque sorte à celle des bienheureux dans le ciel, que les peintres nous représentent environnée de lumière.

Cette expérience étoit trop propre à exciter la curiosité pour qu'on ne tentât pas de divers côtés de la répéter : nulle part on ne put réussir, malgré les différentes tentatives qu'on fit. On eut beau avoir recours à l'électricité la plus forte, jamais on ne vit monter le feu électrique des pieds à la tête, & circonscrire ensuite cette partie dans un cercle ou anneau de lumière.

On jetoit déjà des doutes sur les récits qu'on avoit publié, lorsqu'on sut que pour faire l'expérience de la béatification, il falloit environner la tête de la personne isolée d'une couronne portant, dans tout son contour, plusieurs pointes un peu mousses : des aigrettes lumineuses paroissent alors à l'extrémité de chacune de ces pointes, & la tête électrisée paroît entourée d'une aureole de gloire. Cette expérience étant fort ordinaire, ne

méritoit pas l'eſpèce de célébrité que lui donna pendant quelque temps l'air de myſtère dont on chercha à l'envelopper.

M. Lemonnier employa, pour réuſſir, un moyen inverſe de celui dont on vient de parler. Il mit à deux ou trois pouces de diſtance des cheveux de la perſonne iſolée & électriſée, un cercle de métal entourée d'un linge, & encore ne tira-t-il que des aigrettes électriques qui s'élevoient du front, en cornes de lumière, comme celles qu'on repréſente ſur la tête de Moïſe, lorſqu'il reçut les tables de la loi.

J'ai réuni ces deux moyens; j'ai placé ſur la tête de la perſonne iſolée une couronne métallique armée de pointes obtuſes, plus propres que celles qui ſont aigues à faire paroître de belles aigrettes électriques. Ce cercle a été inſcrit dans un autre plus grand, enveloppé d'une bande d'étoffe de laine, à quelques pouces de diſtance des pointes: ce cercle circonſcrivant le premier détermine plus facilement l'apparition des pointes.

BELIER. C'eſt une machine dont les anciens ſe ſervoient pour abattre les murs des villes aſſiégées & renverſer même les fortifications dont elles étoient défendues; le belier étoit une groſſe poutre ferrée par le bout en forme de tête de belier. Il étoit ordinairement ſuſpendu par des cables ou des chaînes (quelquefois la machine étoit ſur des rouleaux), & à force de bras on le pouſſoit à pluſieurs repriſes contre l'obſtacle qu'on ſe propoſoit d'abattre. On faiſoit jouer cette machine ſous une galerie nommée *tortue*, ou dans une tour de bois deſtinée à cet effet. *Voyez Juſte-Lipſe*. L. 3.

Il paroît que l'invention du belier eſt due à l'imitation de la manœuvre de l'animal qui porte ce nom. Cet animal fait d'abord avec ſa tête un effort pour pouſſer l'obſtacle qu'il rencontre, il continue par une ſeconde tentative; & enſuite par un coup ſubit de ſa tête, il éloigne l'obſtacle qui lui réſiſtoit trop auparavant : dans ce cas il ſe retire après ſi loin qu'il eſt en état d'accélérer ſon mouvement, par une courſe rapide. De cette manière il donne un coup d'une très-grande force, & qui eſt le produit de la maſſe par une vîteſſe conſidérable. On remarquera que les cornes de cet animal ſont tellement fixées ſur ſa tête, qu'il ne reſſent aucune douleur par la ſecouſſe.

Le belier des anciens étoit une groſſe & longue poutre, armée par ſon bout d'une maſſe conſidérable de fer fondu, qui portoit, ſelon Vitruve, quatre bandes de fer longues de quatre pieds, par leſquels elle étoit attachée au bois. Cette machine, ſelon quelques-uns, du poids de quatre cent quatre-vingt mille livres, étoit miſe en équilibre par les chaînes & les cables dont nous avons parlé, qui ſupportoient tout le poids de cette maſſe; de ſorte que la force des hommes qui faiſoient agir le belier étoit employée à faire mouvoir en avant cette machine. La force motrice lui imprimoit donc un mouvement accéléré dans une direction horiſontale, de la même manière que les corps qui tombent reçoivent une accélération de la gravité dans la direction verticale. Le belier des anciens recevant donc par degrés la force que les hommes lui communiquoient, la conſervant toute entière, & déployant enſuite, en un inſtant, au moment du choc, la ſomme de toutes les impulſions ſucceſſivement acquiſes, il n'eſt pas étonnant que le produit de cette maſſe par la vîteſſe ne fût très-conſidérable, & capable de renverſer de grands obſtacles, & d'abattre des murailles bien fortifiées (Voyez l'article DINAMIQUE, MÉCHANIQUE, STATIQUE, MOUVEMENT, QUANTITÉ DE MOUVEMENS, &c).

Quelque grande que ſoit la force d'un belier, eu égard à ſa maſſe, comme on peut produire un effet égal ou plus grand avec une petite maſſe qui auroit une grande vîteſſe, on a, depuis l'invention de la poudre, abandonné cette machine dans l'art de la guerre, parce qu'ayant peu de vîteſſe, elle ne faiſoit pas plus d'effet qu'en fait aujourd'hui un petit boulet de canon, qui d'ailleurs eſt ſervi par trois ou quatre hommes, tandis qu'il en falloit un grand nombre pour faire agir le belier.

Suppoſons qu'un boulet de canon, peſant 36 livres, frappe une muraille en un point, il fera le même effet que le belier que nous ſuppoſons ici peſer 41112 livres, pourvu que ce boulet ſe meuve autant de fois plus vîte qu'il a moins de matière : en voici la preuve d'après Deſaguilliers. Si le belier (qu'on ſuppoſe être de grandeur moyenne) a 28 pouces de diamètre, 180 pieds de long, étant compoſé de pluſieurs pièces de bois, par exemple, de chêne, jointes enſemble, il contiendra 750 pieds cubiques de ce bois, qui à 50 livres, le pied cube, peſera 37,500 livres : ſi la tête du belier qui eſt de fer fondu pèſe 3360 livres, & les bandes de fer avec les clous 252 livres, & que la totalité du poids de cette machine ſoit 41,112 livres ſuſpendue à ſon centre de gravité; & ſi 1000 hommes ſont employés ſeulement à faire frapper contre un point d'une muraille, chaque homme donnera le mouvement à un poids de 41 livres. La quantité de mouvement produite par cette action, lorſque le belier ſe meut d'un pied par ſeconde, peut donc s'exprimer par le nombre 41,112. Or, cette force eſt égale à la quantité de mouvement d'un boulet de fer qui ſort du canon : donnons à ce boulet qui pèſe 36 livres, une vîteſſe de 1142 pieds par ſeconde, ce qui eſt à-peu-près celle du ſon, on aura conſéquemment 41,112 pour exprimer la quantité de mouvement du boulet qui frappe en un point. Mais ſi après quelques coups

de belier, le ciment se trouve tellement brisé qu'une partie de la muraille soit abattue, l'effet sera le même par le moyen d'un boulet de canon après le même nombre de coups égaux donnés auparavant par d'autres boulets. *Desaguilliers*. L. de Phys.

Ce qu'on vient de dire montre combien est avantageuse l'invention de la poudre, puisque par son secours on peut donner une vîtesse si prodigieuse à un petit corps, qu'il aura une quantité de mouvement aussi considérable que celle d'un corps excessivement grande.

Belier. Le belier est le premier des douze signes du zodiaque, & il donne son nom à la douzième partie de ce cercle, & conséquemment à la douzième partie de l'écliptique. Cette partie est regardée comme la première dans l'ordre de l'énumération des signes, le *belier*, le *taureau*, les *gémeaux*, &c.; c'est vers le 21 mars que le soleil nous paroît entrer dans cette partie, & c'est alors qu'arrive pour toute la terre l'équinoxe; le jour étant égal en durée à la nuit; c'est encore à cette époque que la saison que nous nommons le printemps commence pour tous ceux qui habitent l'hémisphère septentrional; mais pour les habitans de l'hémisphère méridional, c'est le commencement de l'automne. On doit distinguer les signes d'avec les constellations; les 12 signes du zodiaque ne sont pas les 12 constellations zodiacales, eu égard à la précession des équinoxes. Par conséquent le signe du belier n'est pas la même chose que la constellation du belier; & lorsque le soleil, au 21 mars entre ou paroît entrer dans le signe du belier, il ne correspond pas alors à la constellation du belier, mais seulement à la portion de l'écliptique qui étoit autrefois occupée par cette constellation. Lorsqu'anciennement on divisa le zodiaque en 12 portions de 30 degrés chacune (12 fois 30 égalent 360), une étoile qui est à l'oreille du belier fut regardée comme le premier point du zodiaque, parce qu'elle répondoit alors au commencement de la première division de ce cercle; le taureau répondoit à la seconde, les gémeaux à la troisième, l'écrevisse à la quatrième, & ainsi de suite. En un mot, les douze signes du zodiaque répondoient autrefois directement aux douze constellations dont ils portent le nom; mais celles-ci sont actuellement écartées de leurs signes d'environ 30 degrés, c'est-à-dire, d'un douzième; de sorte que la constellation du belier qui répondoit au premier signe, c'est-à-dire, au signe du belier, lorsque les anciens astronomes formèrent ces divisions, répond maintenant environ au second. C'est cette disconvenance entre la constellation qui est le signe qu'on nomme PRÉCESSION DES ÉQUINOXES (*voyez* ce mot); elle est de 50 secondes 20 tierces de degrés par an. Le point de l'équinoxe du printemps ayant reculé de cette quantité chaque année, depuis l'époque de la division du zodiaque, les étoiles ont dû nécessairement paroître avancer de 30 degrés, c'est-à-dire, de 50 secondes 20 tierces, multipliées par le nombre des années écoulées : il en est de même des onze autres constellations zodiacales. Ainsi, à présent la constellation du belier répond au signe du taureau, la constellation du taureau au signe des gémeaux, & ainsi des autres. Néanmoins les mêmes noms ont continué d'être donnés aux 12 signes du zodiaque, comme du temps de leur première division.

Ptolemée observa 18 étoiles dans le belier, Tycho-Brahé 21, & on en marque 65 dans le catalogue britannique. Dans ce nombre on compte 3 étoiles de la troisième grandeur, 1 de la quatrième, 2 de la cinquième, & 13 de la sixième. Le signe du belier est ordinairement représenté par cette figure ♈.

BERAUD (*Laurent*), naquit à Lyon, le 5 mars 1705, & fit ses premières études chez les jésuites; les dispositions les plus heureuses se développèrent bientôt en lui, & le goût de l'étude domina en lui dans l'age de la frivolité. Il entra ensuite dans cette société, il y enseigna les humanités avec succès; mais les charmes de la littérature ne purent lui faire perdre de vue la géométrie pour laquelle il avoit un goût décidé. Le père Jacquemet de l'oratoire, élève de Mallebranche, lui fut utile dans cette carrière. Il enseigna les mathématiques & la philosophie à Aix; il s'y occupa aussi de la connoissance des médailles & de l'antiquité, qui fut pour lui, ce qu'elle doit être pour tout antiquaire, une ressource & un guide pour l'histoire. Un médailler, un cabinet d'antiques, est un assemblage de témoins toujours prêts à déposer sur les temps qui nous ont précédés; mais ils ne répondent bien qu'à ceux qui savent les interroger; d'ailleurs ils ne sont pas tous irréprochables, & il faut une certaine sagacité pour démêler ceux qui sont faux, & les écarter.

Il jouissoit de la considération due au mérite, & la ville d'Aix se félicitoit de le posséder, lorsqu'il lui fut enlevé par ses supérieurs, & destiné à remplacer à Lyon plusieurs hommes célèbres. Il en réunit les titres comme il en réunissoit les talens; il devint presqu'en même-temps professeur de mathématiques, directeur de l'observatoire, & gardien du médailler. L'époque de son arrivée à Lyon fut celle de son entrée à l'académie de cette ville; il y fut reçu le 24 décembre 1740, & mis dans la classe de l'astronomie. Le père Beraud fut un observateur infatigable, & travailla sans relâche au progrès de cette science qui faisoit ses délices; & aucun phénomène, digne d'intéresser les astronomes, n'échappa à sa vigilance.

Dans le grand nombre d'observations qu'offrent, chaque

chaque année, les regiſtres de l'académie de Lyon, il en eſt une ſur-tout bien remarquable, celles de deux paſſages de Mercure ſur le Soleil, & principalement de celui qui arriva le 6 mai 1753; c'étoit le quatrième paſſage de cette planette obſervé dans le nœud deſcendant. Il s'agiſſoit de décider entre les tables de Caſſini & celles de Halley, corrigées par Deliſle. Les calculs faits d'après les unes & les autres, donnoient pour l'entrée de Mercure ſur le Soleil une différence de quatre heures ſept minutes; l'obſervation jugea en faveur des dernières, Mercure quitta le Soleil à dix heures 31 minutes 41 ſecondes : ſuivant les tables de Halley, l'émerſion totale devoit avoir lieu à 10 heures 47 minutes pour le méridien de Lyon; la différence ne fut pas de 16 minutes. Une autre circonſtance intéreſſante de ce paſſage fut l'anneau lumineux apperçu autour de Mercure pendant tout le temps qu'il fut ſur le ſoleil. Il avoit été vu en 1736 à Montpellier, par M. de Plantade; le père Beraud, ainſi que tous les aſtronomes, l'avoient cherché inutilement en 1743; à l'époque dont nous parlons il eut la ſatisfaction de le voir & de le montrer. Pendant tout le temps de l'obſervation, qui dura cinq heures, Mercure parut environné d'un anneau parfaitement circulaire, d'un rouge obſcur à-peu-près ſemblable à la lumiere qu'on apperçoit ſur la lune dans ſes éclipſes totales, lorſqu'elle eſt entièrement dans l'ombre de la terre. A quoi attribuer ce phénomène, ſinon à l'atmoſphère de Mercure qui abſorbe ou intercepte une partie des rayons ſolaires? Les obſervations du père Beraud n'étoient pas ſtériles entre ſes mains; il ſavoit en tirer des conſéquences qui, en même-temps qu'elles prouvoient l'exactitude de l'obſervateur, ſervoient à confirmer, ou d'anciens réſultats ou des calculs modernes. C'eſt ainſi qu'ayant fixé alors l'inclinaiſon de Mercure, ſon diamètre, ſon nœud deſcendant, il ſe trouva ſi parfaitement d'accord, & avec M. de la Lande qui avoit fait à Paris la même obſervation, & avec le grand Caſſini qui avoit ſuivi autrefois de ſemblables paſſages, qu'on peut regarder ſes réſultats comme la théorie du mouvement de Mercure.

Le père Beraud s'acquitta avec ſuccès de la fonction de directeur de l'obſervatoire de Lyon, pendant vingt-deux ans. Durant cet intervalle de temps, il n'y a pas eu une ſeule éclipſe de ſoleil ou de lune, une apparition de comète dont il ait négligé de rendre compte à l'académie de Lyon; les aurores boréales, les taches du ſoleil lui fournirent matière à pluſieurs mémoires. Il donnoit l'inſtant des équinoxes, & ce fut pour le calculer avec la dernière préciſion, qu'il entreprit la méridienne du collége, à laquelle il apporta l'attention la plus ſcrupuleuſe. On peut dire qu'il a fait à ſes ſucceſſeurs un magnifique préſent, en leur fourniſſant un inſtrument en grand, beaucoup plus ſûr qu'un quart de cercle, pour déterminer l'obliquité & ſes variations, meſurer le cours du ſoleil & ſon mouvement en déclinaiſon, fixer le temps des équinoxes & des ſolſtices; l'entrée du ſoleil dans chaque ſigne, enfin connoître les refractions qui élèvent les aſtres au-deſſus de leur poſition véritable.

L'académie des ſciences de Paris s'empreſſa de s'attacher, dès 1751, ce laborieux obſervateur, en qualité de correſpondant, avec l'illuſtre abbé de la Caille. Ce ſavant diſtingué avoit pour le père Beraud une eſtime ſingulière, & beaucoup de confiance en ſon exactitude : lorſqu'il alla au Cap-de-bonne-Eſpérance pour y former ce fameux catalogue de dix mille étoiles auſtrales dont il a enrichi l'aſtronomie, il invita ſpécialement l'aſtronome de Lyon à y faire les obſervations correſpondantes à celles qu'il devoit faire lui-même à 2000 lieues de là, pour en conclure les parallaxes de Mars & de Vénus, & conſéquemment leurs diſtances à la terre. Ils choiſirent des temps peu éloignés de l'oppoſition, comme les plus favorables; & M. de la Caille ayant communiqué ſes obſervations, le père Beraud calcula, & donna pour la plus grande parallaxe de Mars, 27 ſecondes 46 tierces, & pour ſa moindre diſtance de la terre, 7429 diamètres terreſtres.

Cet obſervateur zélé conſacra encore une partie de ſon temps aux obſervations météorologiques, une des parties les plus utiles de la phyſique; il les a continuées pendant vingt années; & le dépôt s'en trouve dans les regiſtres de l'académie de Lyon. Elles lui donnèrent occaſion de faire des remarques importantes en différens genres; par exemple, le père Beraud s'apperçut, à l'occaſion des thermomètres, que la différence dans le calibre des tubes en apportoit dans les effets de la dilatation, en ſorte qu'ayant placé à la même température deux tubes inégaux en diamètre, le mercure lui parut plus élevé d'un degré dans le plus petit. Il en chercha la raiſon, & partant de ce principe, qu'un tube capillaire a plus de ſurface qu'un gros tube, à raiſon des maſſes de mercure qui y ſont contenues, & que la dilatation eſt en raiſon directe des ſuperficies, il jugea qu'en effet le mercure devoit être d'autant plus élevé dans le tube, que ſon diamètre étoit plus reſſerré. Il propoſa pour remédier à cet inconvénient, de conſtruire les thermomètres de manière que les ſurfaces ſoient en raiſon des maſſes, & il donna aux ouvriers des moyens pour y réuſſir : cet objet fut le ſujet de trois mémoires.

En 1747, il s'exerça ſur une queſtion qui avoit été long-temps une énigme pour les phyſiciens. La plupart des matières métalliques pouſſées au-delà de la fuſion, & juſqu'à la calcination, ſe trouvent réduites ſous une forme terreuſe; & cette eſpèce de pouſſière qu'on appelle chaux, a plus de poids

que la matière dont elle est formée; par exemple, 100 livres de plomb donnent 110 livres de chaux. Si on revivifie cette chaux, l'augmentation de poids disparoît. *Voyez* CALCINATION. Peu de temps après il remporta le prix de l'académie de Bordeaux sur cet objet, & ce premier triomphe fut le prélude de plusieurs autres. Deux ans après, il obtint une nouvelle couronne dans le même licée : il s'agissoit d'une question neuve; savoir, s'il y avoit quelque rapport entre le magnétisme & l'électricité. Le père Beraud fut pour l'affirmative, & assigna une même matière pour cause de l'un & de l'autre. Selon lui, il n'existe aucun corps perméable à la matière magnétique, qui n'offre aussi un libre passage aux émanations électriques; cette matière qui les pénètre doit exister par-tout, être infiniment subtile & douée d'une élasticité parfaite; c'est en un mot l'éther. La matière éthérée, plus raréfiée dans un corps que dans l'air ambiant, produit les effets du magnétisme; plus condensée dans ce même corps que dans le fluide qui l'environne, elle opère les effets de l'électricité. C'est peut-être tout ce qu'on pouvoit dire de mieux, avant les découvertes des modernes. En 1760, il remporta un troisième prix à Bordeaux, par une dissertation sur les influences de la lune; en 1750, l'électricité lui fournit encore matière à de nouveaux lauriers. L'académie d'Angers proposa de donner la raison pour laquelle les corps électriques par eux-mêmes, ne reçoivent pas l'électricité par communication; le mémoire du père Beraud fut couronné. Une dissertation latine sur la théorie de l'électricité qu'il envoya à l'académie de Petersbourg arriva trop tard pour le prix, mais on en fit des éditions en Russie & en Italie. D'autres mémoires de ce savant sont imprimés dans les mémoires des savans étrangers.

On trouve encore dans la collection des mémoires de l'académie de Lyon, des dissertations sur la végétation, sur l'évaporation des liquides, & l'ascension des vapeurs, des recherches savantes sur la lumière, une théorie physique de la rotation de la terre & de l'inclinaison de son axe, des expériences nouvelles & utiles.

Nous ne parlerons point ici de ses travaux comme antiquaire, ni de ce qui opéra la destruction de l'ordre des jésuites, ce qui le força de quitter Lyon où il ne revint que quelques années après; mais toujours les sciences furent pour lui une occupation habituelle. Il mourut le 26 juin 1777, universellement regretté, principalement de ceux qui, ayant été ses élèves, avoient eu plus d'occasion de le connoître. On compte parmi les disciples de cet excellent maître, des savans célèbres, M. de la Lande, M. l'abbé Bossut, M. de Montucla, M. de Fleurieu, &c., &c. : cette notice est extraite d'un éloge, lu à l'académie de Lyon, par le père Lefevre de l'oratoire.

BERENICE (*chevelure de*); c'est une constellation de l'hémisphère septentrional (*Voyez* CHEVELURE DE BERENICE).

BERGMAN, professeur de chymie à Upsal, & membre des plus célèbres académies, naquit à Neufmar, en 1735, à Catharineberg en Westrogothie. Son père, receveur des finances du domaine, le destinoit à remplir sa place, néanmoins la nature l'avoit destiné aux sciences. Pendant son enfance, il étoit d'une vivacité extraordinaire, mais les précepteurs domestiques & les régens du Gymnase de Skara parvinrent à le modérer. Agé de 17 ans, il se rendit à l'université, où il suivit principalement son inclination pour l'étude des mathématiques, de la physique & de la philosophie. Une application outrée l'obligea de se retirer à la campagne, où il fit un séjour de quinze mois, & étudia les ouvrages de Linné. Quoique Bergman soit plus connu comme chymiste que comme physicien, une notice de ce savant ne sera pas déplacée dans un ouvrage consacré à la physique, puisqu'il y sera souvent question des gaz, partie intéressante de cette science, dans laquelle Bergman a fait des découvertes précieuses.

Lorsque Bergman retourna à Upsal, Linnée remplissoit alors cette capitale de sa renommée. Enflammée par son exemple, toute la jeunesse se pressoit sur ses pas; des colonies savantes, sorties de son école, portoient au-delà des mers son nom & sa méthode, & toute la terre étoit peuplée de ses disciples. M. Bergman fut vivement flatté par l'éclat de toute cette gloire, il la joignit au cortége du grand homme qui réunissoit tous les hommages, & par lequel il fut bientôt remarqué.

Il s'occupa d'abord à étudier les insectes sur lesquels il fit des recherches curieuses, entr'autres sur les mouches à scie, si souvent & si cruellement dévorées par les larves des *ichneumons* qui se nourrissent de leurs entrailles, & se servent de leur enveloppe pour se couvrir. C'est M. Bergman qui a découvert que les sang-sues sont ovipares, & que le *cocus aquaticus* est un œuf de cette espèce de ver d'où sortent dix à douze pieds; il étoit encore très-jeune lorsqu'il essaya de classer les insectes d'après les chrysalides. Sa dissertation pour la dispute de maître-ès-arts roula sur les interpolations astronomiques, & celle pour obtenir le privilège de faire des cours de physique particuliers sur la force attractive générale. Depuis 1754 il eut la facilité d'exercer à l'observatoire d'Upsal ses talens pour l'astronomie, & il observa en 1761 le passage de Vénus sur le disque du Soleil. Ses travaux électriques sur le crystal d'Islande, les cordons de soie de diverses couleurs, des glaces frottées l'une contre l'autre sont connus, ainsi que son discours, publié en 1764, sur les moyens de détourner les effets des orages : ces objets annoncent qu'il cultiva avec succès la physique.

M. Bergman se distingua donc d'abord comme physicien, naturaliste & géomètre; mais ce ne sont pas là les véritables titres de sa gloire. Après avoir été disciple de Linnée, il devint lui-même le chef d'une école fameuse; & il faut décrire cette révolution si remarquable dans son histoire, comme dans celle des sciences, & qui paroît avoir été l'ouvrage de quelques instans.

La chaire de chymie & de minéralogie que remplissoit le célèbre Wallerius, se trouvant vacante par sa retraite, M. Bergman se mit au nombre des concurrens, & sans avoir jusqu'alors annoncé aucun travail en chymie, il publia sur la préparation de l'alun, un savant mémoire qui n'étonna pas moins ses partisans que ses détracteurs. Sa dissertation fut vivement attaquée dans les journaux, & M. Wallerius lui-même, le critiqua sans aucun ménagement; mais au milieu de tant d'ennemis, il lui restoit un soutien assuré. Le prince Gustave, roi de Suède (mort en mars 1792), & alors chancelier de l'université, prit connoissance de l'affaire. Après avoir consulté les deux hommes les plus propres à l'éclairer, & dont le témoignage fut en faveur de M. Bergman; il rédigea un mémoire en réponse à tous les griefs allégués contre lui, & il l'envoya écrit de sa propre main au comité de l'université, & au sénat, qui confirma le vœu de son altesse royale, & le nomma, en 1767, professeur de chimie. M. Bergman avoit à remplir de grandes espérances conçues & données par le prince Gustave, à justifier le suffrage de Swab, à remplacer M. Wallerius, & faire taire l'envie.

M. Bergman ne suivit point la marche ordinaire dans l'étude de la Chimie. Comme il n'avoit reçu les leçons d'aucun maître, il n'étoit imbu des préjugés d'aucune école. Accoutumé à la précision, & n'ayant point de temps à perdre, il recueillit toutes les expériences sans faire aucune attention aux théories; il répéta plusieurs fois dans son laboratoire celles qu'il regardoit comme importantes & capitales; il y mit un ordre jusqu'alors inconnu; il procéda par l'analyse à la manière des géomètres, qu'il a le premier introduite dans la Chimie, & que l'on devroit appliquer à tout; car il ne doit y avoir qu'une seule méthode d'enseigner & d'apprendre, comme il n'y en a qu'une de bien juger. Ces vues sont consignées dans un discours de M. Bergman. Un de ses essais les plus importans fut celui d'imiter les eaux minérales; il découvrit plusieurs acides inconnus avant lui, tels que ceux du sucre, de la manganèse & du spath pesant; on a de lui un grand nombre d'expériences sur la manière d'essayer les minéraux par la voie humide, & un travail considérable sur les affinités & les attractions chimiques, qui a exigé plus de trente mille épreuves. On peut voir ses *Opuscula Physica & Chemica.*

On n'avoit pas encore analysé les produits des volcans dont MM. Ferbert & Troil rapportèrent en Suède de riches collections. A cette vue, M. Bergman conçut le projet d'en approfondir la nature. Il considéra d'abord les matières les moins altérées par le feu, & dont les formes étoient encore reconnoissables; il suivit progressivement leurs changemens; il détermina, il imita leurs dégénérescences; il connut que leurs effets devoient résulter du mélange & de la décomposition de substances salines qui se trouvoient abondamment dans ces produits; il apperçut quels étoient ceux qui se formoient par la voie humide; & alors, de son laboratoire, il observa celui de la nature; ce combat de flammes & d'explosions, ce cahos où les élémens se heurtent & semblent se confondre, se dévoilèrent à ses yeux; il vit le feu des volcans allumé au milieu des combinaisons pyriteuses, le sel marin décomposé par les argiles, l'air fixe dégagé des pierres calcaires calcinées, s'épancher sur la surface de la terre, & remplir ces grottes où la flamme & la vie sont également éteintes; il vit l'acide sulphureux vomi par flots, se convertir en acide vitriolique au seul contact de l'air, distiller au travers des rochers, & former les alunières de la solfatare; il vit les bitumes couler, l'air inflammable, l'air hépatique se répandre, & les eaux devenues minérales pénétrées de feu & de vapeurs, de ces vastes fournaises, offrir aux hommes qui se meuvent & se disputent sur la croute de l'abîme quelque léniment à leurs douleurs.

Dans tous ses travaux sur la Chimie, on a vu M. Bergman, toujours appuyé sur l'observation & les expériences, être très-sobre dans ses conjectures; mais peut-être que tant de sévérité devenoit un fardeau qu'il falloit déposer quelquefois pour le reprendre avec plus de courage; peut-être que, fatigué de se contraindre en suivant péniblement les sentiers de la nature, son ame ardente avoit aussi besoin d'établir des lois & de créer à son tour; nous allons le voir remonter dans un ouvrage hypothétique, jusqu'à l'origine des choses, tracer la marche des grandes révolutions du globe, & devenir le rival du grand homme qui en a si éloquemment développé parmi nous la formation & les époques.

La plupart de ceux qui ont fait de pareilles entreprises, tels que Whiston, Burnet, Woodward, Léibnitz, & M. Wallerius lui-même, ont eu besoin de l'indulgence des lecteurs dans toute l'étendue de leur exécution. M. Bergman n'a été obligé d'y recourir que pour sa première donnée. Qu'on admette avec lui la terre, formée dans son principe d'un noyau peut-être magnétique, enveloppée d'une masse fluide, & tous les élémens des corps suspendus dans ce dissolvant; & alors la terre s'organisera d'elle-même; étant molle, elle s'arrondira & se renflera par un effet de sa rotation dans le sens de l'équateur; les matières les plus denses & les moins solubles composeront, en se séparant, les premières

élévations dont le noyau sera hérissé; ces premiers ossemens du globe acquerront de la consistance; les substances salines & métalliques dissoutes, s'insinueront dans les fentes que le dessèchement y aura produites; les crystallisations se formeront, se déposeront suivant les rapports des affinités & des pesanteurs; les eaux condensées vers les pôles se changeront en des masses solides, qui s'accroîtront chaque jour; diminuées en volume, elles couleront dans les intervalles des montagnes; sorties de leur sein, & circonscrites dans de vastes contours, elles répondront par leurs balancemens à la force de la gravitation universelle; les corps les plus mobiles surnageront alors, en même temps que les plus lourds seront précipités; des courans électriques circuleront, tantôt en silence, tantôt avec fracas; à la surface de la terre se dégageront diverses atmosphères, brilleront des feux, naîtront des météores, & l'on verra tous ces mouvemens animés par les seules lois que la Physique a reconnues dans l'univers. Considéré comme un traité de Cosmographie, ce beau travail contient un enchaînement ingénieux de connoissances de tous les genres, & a été traduit dans toutes les langues de l'Europe, excepté dans la nôtre.

M. Bergman fut recteur de l'université d'Upsal, académie célèbre, fondée par la même main qui secoua le joug du Danemarck, & dont une des plus belles prérogatives est d'avoir toujours pour chancelier l'héritier présomptif de la couronne.

La continuité des travaux de M. Bergman avoit altéré sa santé; on lui conseilla de les suspendre s'il vouloit prolonger sa vie; mais il ne voyoit de bonheur que dans l'étude, & il ne voulut pas perdre des titres de gloire pour quelques années de plus, perdues dans l'inaction & l'ennui. Ses forces s'épuisoient, & il mourut au mois de juillet 1786 aux eaux de Medwige. L'université d'Upsal a rendu à sa mémoire les honneurs les plus distingués, & l'académie de Stockholm lui a consacré une médaille qui perpétuera les regrets partagés par les savans de toute l'Europe.

On ajoutera en finissant que, lors du couronnement du roi, en 1772, il fut un des vingt-huit chevaliers de l'ordre de Vasa, créés par sa majesté. On voulut l'appeler à Berlin en 1776; mais le roi de Suède, pour le conserver, améliora sa situation, & l'académie lui fit une pension annuelle de 150 écus d'empire, pour le dédommager des frais qu'exigeoient les expériences dont elle désiroit qu'il lui rendît compte. Cette notice est tirée de l'éloge de M. Bergman, prononcé à l'académie des Sciences de Stockholm, par M. Hielm, & de celui qu'en a fait M. Vicq-d'Azir.

BERNOULLI (Daniel). Ce célèbre géomètre naquit à Groningue le 9 février 1700. Son père fut le fameux Jean Bernoulli, frère de Jacques Bernoulli, que la voix de leurs contemporains avoit placés à côté de Newton & de Leibnitz. On destina d'abord le jeune Daniel Bernoulli au commerce; mais ses yeux étoient accoutumés dès l'enfance à l'éclat de la gloire, dit M. de Condorcet, & on ne put le résoudre à les abaisser sur ceux de la fortune.

Après quelques voyages en Italie, & un séjour de quelques années en Russie, où la cour chercha à le fixer dans l'académie, il revint occuper dans l'université de sa patrie une chaire de Médecine, & ensuite une chaire de Physique.

Le nombre de ses mémoires de Mathématiques, imprimé dans les recueils des académies dont il étoit membre, est très-considérable. M. Bernoulli donna un mémoire sur les principes fondamentaux de la Mécanique; on y trouve une démonstration simple & ingénieuse de la fameuse loi du parallèlogramme des forces, démonstration qui consiste principalement à prouver l'absurdité de toute autre supposition. On retrouve la même élégance dans un autre mémoire sur la relation des centres de gravité, d'oscillation & du centre des forces. Il rechercha ensuite quel devoit être le mouvement oscillatoire de deux corps attachés à un fil flexible, & faisant des oscillations autour d'un point fixe, &c., &c.

M. Daniel Bernoulli n'a publié séparément qu'un seul grand ouvrage, son célèbre traité d'Hydrodinamique. L'analyse des probabilités est une des parties des Mathématiques vers lesquelles M. Bernoulli se sentit entraîné avec un attrait plus vif. En 1760 il appliqua le calcul des probabilités à l'inoculation: il vit cette question en homme public. Dix fois il a remporté ou partagé dans l'académie des Sciences des prix disputés par ce que l'Europe a de plus illustres géomètres. L'un étoit sur la construction d'un clepsidre qui pût mesurer le temps à la mer avec exactitude; un autre sur la cause physique de l'inclinaison plus ou moins grande des orbites des planètes sur l'équateur solaire; un troisième sur le flux & le reflux de la mer; un quatrième sur les boussoles d'inclinaison; un cinquième sur la manière de connoître l'heure à la mer, lorsqu'on n'apperçoit pas l'horison; un sixième sur les courans; c'est dans cet ouvrage qu'on trouve la première observation de la propriété qu'ont les fluides de se vaporiser dans le vuide, pendant que ces mêmes fluides (tant qu'ils sont contenus par le poids de l'atmosphère) restent fixés à un égal degré de chaleur. En 1753 il remporta le prix sur la manière de suppléer à l'action du vent dans les grands vaisseaux. Un autre prix fut sur les moyens de diminuer les roulis & le tangage des vaisseaux sans nuire à leurs autres qualités. L'histoire de sa vie n'a guère été que celle de ses travaux; sa vie

fut uniforme & réglée, exempte de paſſions & même de chagrins. Malgré la délicateſſe de ſon tempérament, il conſerva juſqu'à près de quatre-vingts ans ſa tête toute entière; ſes derniers ouvrages ſont dignes de lui. Il mourut le 17 mars 1782.

BERYL. C'eſt le nom que donnent quelques-uns à l'aigue marine, c'eſt-à-dire, à cette eſpèce de pierre précieuſe qu'on appelle plus communément aigue-marine, & qui eſt de couleur de verd de mer. Nous en avons déjà parlé à l'article AIGUE-MARINE, auquel nous renvoyons.

BÊTES, *ame des bêtes*. Il y a peu de queſtions qui aient été autant & ſi long-temps agitées que celle de l'ame des bêtes : la ſolution n'en eſt pas cependant plus avancée après des volumes ſans nombre de diſputes & de diſcuſſions. L'état de la queſtion ſe réduit à ſavoir ſi les bêtes ont une ame ou ſi elles n'en ont pas. Dans l'hypothèſe où elles en ont une, cette ame eſt-elle ſpirituelle ou matérielle, ou bien tient-elle un milieu entre l'eſprit & la matière?

Si les bêtes n'ont pas d'ame, elles ſont des machines, & toutes leurs opérations ſont un pur effet de l'automatiſme. Dans ce ſentiment, les bêtes ſont des automates que Dieu a faits; l'Être ſuprême a créé, arrangé & monté les reſſorts ſecrets dont le développement produit toutes les actions que nous remarquons en elles. Vaucanſon a fait le fluteur & le canard, automate que tous ceux qui l'ont vu ont admiré. Oſeroit-on refuſer au créateur le pouvoir & l'intelligence propre à produire des machines de cette eſpèce & beaucoup plus parfaites. (*Voyez* le mot AUTOMATES.) C'étoit le ſentiment de Deſcartes, de Mallebranche, de Paſcal, d'Arnaud, & de tous les cartéſiens célèbres. Les objets extérieurs & les émanations qui s'en échappent déterminent, ſelon les circonſtances, l'action des mouvemens automatiques des bêtes. S'il falloit prendre un ſentiment, j'avoue que je pencherois beaucoup pour l'automatiſme des bêtes réuni à l'harmonie préétablie de Léibnitz. Sous le rapport d'automatiſme, la queſtion de l'ame des bêtes tient à la Phyſique, & n'eſt point étrangère à ce Dictionnaire; ſous celui d'ame ſpirituelle elle appartient à la Métaphyſique : c'eſt pourquoi nous ne nous étendrons pas ſur ce dernier objet. Pour compléter l'aperçu général que nous nous propoſons ſeulement de faire ici, nous ajouterons encore quelques mots.

En ſuppoſant une ame dans les bêtes, elle ne peut être matérielle, à moins que cette hypothèſe ne rentre dans celle de l'automatiſme; mais alors c'eſt improprement qu'on diroit qu'elles ont une ame; car par ce terme on entend un principe différent de la matière; & ſi ce principe étoit ſuppoſé matériel, il ne pourroit, pas plus que le corps auquel il ſeroit uni, être le moteur des actions des animaux.

On ne peut pas admettre dans les bêtes une ame qui tienne le milieu entre l'eſprit & la matière; car une ſubſtance de ce genre, mitoyenne entre la ſimplicité & la compoſition, entre l'activité & l'inertie, implique contradiction. Cette hypothèſe, outre les objections qui lui ſont propres, eſt expoſée à celles qui attaquent les deux ſentimens extrêmes dont elle eſt le terme moyen.

Si cette ame eſt ſpirituelle, elle eſt d'un ordre au moins égal en intelligence à celle de l'homme, ou d'un ordre inférieur. On ne peut ſoutenir la première opinion qu'en diſant avec le père Bougeant que le corps des bêtes eſt animé par des diables, ainſi qu'on l'a vu à l'article BOUGEANT.

Ceux qui croient que l'ame des bêtes eſt d'un rang au-deſſous de celle de l'homme, bornent ſon intelligence; & les limites qu'on lui preſcrit, ſont plus ou moins reſſerrées ſelon les divers ſyſtêmes qu'on ſe forme. Le plus grand nombre réduit les animaux aux ſeules ſenſations; quelques-uns leur donnent des idées directes, mais aucune idée réfléchie, aucun raiſonnement. En partant de l'eſſence d'une ſubſtance ſpirituelle en général, il eſt difficile d'avoir une idée claire & intelligible de ces bornes qu'on établit ſi gratuitement; ſi elles ſentent, elles ont la conſcience de leur ſentiment; ſi elles penſent d'une manière quelconque, elles doivent combiner leurs idées & conſéquemment réfléchir, &c., &c. D'ailleurs les actions des bêtes, leurs déterminations ſelon les circonſtances, leurs ouvrages pleins d'induſtrie, les ſervices qu'ils nous rendent avec tant d'intelligence; le chien ſur-tout, ce fidele compagnon de l'homme; les manèges du chat, du ſinge; l'adreſſe des caſtors, celle des araignées, du fourmi-lion, &c., &c., &c., prouvent bien que leur ame, s'ils en ont une, n'eſt pas circonſcrite dans des bornes auſſi étroites qu'on ſeroit tenté de le croire. L'Hiſtoire naturelle nous fourniroit, ſi tel étoit notre but, une multitude de preuves étonnantes. En vain s'efforceroit-on d'y répondre en ayant recours à l'inſtinct; car l'inſtinct n'eſt qu'un mot vide de ſens, indigne d'être prononcé par aucun philoſophe.

Nous admettons, pour un inſtant, que les bêtes aient une ame; quel eſt leur ſort après la mort? Elle eſt annihilée; non, il eſt bien plus probable qu'il y a parmi les animaux une métempſicoſe. Y a-t-il un grand inconvénient à voir paſſer les ames des bêtes d'un corps dans un autre? Eſt-il plus ſimple d'annihiler des légions d'ames des bêtes pour en recréer à chaque inſtant des myriades?... Mais abandonnons ici la métaphyſique; c'eſt un champ vaſte & même immenſe qui fournit des armes ſans fin à ceux qui veulent s'en ſervir; après y avoir

long-temps marché ou combattu, on n'en eſt pas plus près du but.

BIÈRE. La bière eſt une liqueur produite par la fermentation ſpiritueuſe des graines farineuſes, mais plus communément par celle de l'orge. On atttribue l'invention de cette boiſſon aux égyptiens, qui, privés de la vigne, cherchèrent dans la préparation des grains dont ils abondoient, le moyen d'imiter le vin, & c'eſt de leur pays que l'uſage de la bière a paſſé dans les autres contrées du monde. Cette liqueur ne tarda pas à être connue dans les gaules, & ce fut pendant long-temps la boiſſon de ſes habitans. Au temps de Strabon, la bière étoit commune dans les provinces du Nord, en Flandre & en Angleterre.

Il n'eſt pas de notre objet de traiter de la manière de faire la bière; il ſuffit d'obſerver que la bière en fermentation donne une grande quantité de *gaz fixe* ou *gaz acide carbonique* de la nouvelle nomenclature (*voyez* cet article), qu'on peut faire avec facilité dans une braſſerie où ſont des cuves de bière en fermentation diverſes expériences ſur le *gaz fixe*, telles que d'en remplir des vaiſſeaux par la ſeule peſanteur ſpécifique du gaz plus grande que celle de l'air; de préſenter des bougies allumées qui s'y éteignent auſſi-tôt; d'y mettre des oiſeaux & d'autres animaux qui tombent ſubitement en aſphixie; d'impregner de gaz fixe l'eau, ſoit en la verſant d'un vaſe dans un autre, à pluſieurs repriſes dans l'atmoſphère de la cuve, ſoit de toute autre façon, &c., & de former ainſi une eau gazeuſe, une eau aérée, comme celles de *Spa*, de *Pyrmont*, &c., ſi utiles à la ſanté dans pluſieurs circonſtances; de rougir la teinture de Tourneſol, &c.; expériences dont le détail a été fait à l'article GAZ ACIDE CARBONIQUE.

On ne ſera donc pas ſurpris que la bière, ainſi que toutes les liqueurs ſpiritueuſes, contiennent beaucoup de gaz fixe, même après la fermentation; & que, miſes ſous le récipient de la machine pneumatique, en petite quantité dans un grand bocal, elles ne mouſſent conſidérablement lorſqu'on ôte la preſſion de l'air atmoſphérique. Ce dégagement du gaz a lieu dans la bière lorſqu'elle eſt en liberté; mais l'effet en eſt bien plus conſidérable dans le vide. Quelques lignes de bière au fond du bocal mouſſent à un point étonnant; de ſorte qu'on ne voit plus que de la mouſſe qui augmente à meſure qu'on fait agir la machine pneumatique. On croiroit voir une ruche tranſparente, dont les cellules exagonales ſont parfaitement prononcées; mais dès qu'on rend l'air, la preſſion de l'air extérieur comprimant le gaz fixe, réduit la liqueur à ſon premier volume; c'eſt un reſſort ou plutôt une ſuite de pluſieurs reſſorts qui ſe ſont débandés par la ſuppreſſion d'un obſtacle, & qu'une nouvelle compreſſion remet dans ſon premier état.

La bière contenant beaucoup de gaz fixe, qui tend toujours à ſe développer dès qu'il ſera libre, il n'eſt pas étonnant que cette liqueur ſoit enivrante. Ariſtote même parle de l'ivreſſe que cauſe la bière; Théophraſte l'a appelée *vin d'orge*.

BINOCLE. C'eſt un double téleſcope, par le moyen duquel on peut voir en même temps un objet quelconque avec les deux yeux: auſſi le nomme-t-on *téleſcope binoculaire*. On en aura une idée claire ſi on ſe figure deux lunettes parallèles entre elles, & dont la diſtance reſpective ſoit égale à celle qui ſe trouve entre les deux yeux de l'obſervateur; la monture des deux tuyaux de lunette qui renferment des verres de même force, eſt telle que, par le moyen de quelques vis, on peut les éloigner ou les approcher.

Pour trouver ſans un trop long tâtonnement la diſtance qui doit être entre les centres des objectifs & des oculaires d'un binocle, c'eſt-à-dire, entre les deux axes optiques de cet inſtrument, on n'a qu'à faire meſurer avec un compas, dont les pointes ſoient très-fines, la longueur exacte d'un des yeux de l'obſervateur & doubler cette longueur, parce que la diſtance du centre d'un œil au centre de l'autre eſt égale à deux fois la longueur de l'un des deux.

C'eſt dans le ſiècle dernier que, dans l'intention de perfectionner la viſion, on imagina de ſe ſervir de deux objectifs pour regarder avec les deux yeux. On penſe aſſez généralement qu'en regardant un objet avec les deux yeux, il exiſte réellement deux images de cet objet, peintes ſéparément dans chaque œil, leſquelles, à ce qu'on croit, ſe réuniſſent dans le cerveau, en s'appliquant l'une ſur l'autre pour produire une ſenſation unique; d'où il ſuit qu'en ſuppoſant égales en intenſité les deux images qui contribuent à produire cette ſenſation, on doit voir beaucoup mieux avec les deux yeux qu'avec un ſeul, parce qu'une ſenſation reçue par deux impreſſions eſt plus forte: ce n'eſt pas qu'on voie l'objet ſous un plus grand angle avec deux lunettes, dit M. Bailly (*Hiſtoire de l'Aſtronomie moderne*, tom. II, p. 139); mais il en réſulte beaucoup plus de clarté, & nous jugeons toujours les objets éclairés plus proches de nous.

Le père de Rheita, capucin, dans ſon *oculus Enoch & Eliæ*, eſt le premier qui a eu l'idée du *binocle*, & qui l'a exécuté. Il aſſure qu'il a vu les objets beaucoup plus grands & plus éclairés, c'eſt-à-dire, qu'ils les a jugés beaucoup plus près de lui, parce qu'il les avoit vu beaucoup plus éclairés en les regardant avec les deux yeux.

Le P. Chérubin, du même ordre, a écrit ſur les *binocles*, & s'eſt beaucoup occupé de l'art de les conſtruire & de faire aiſément mouvoir les oculaires.

Malgré le suffrage de ces deux habiles opticiens, les lunettes simples ont long-temps prévalu, soit à cause de la difficulté de faire les binocles, soit à cause de l'embarras de s'en servir. C'est ainsi qu'Hartsœker & quelques autres ont pensé. Mais ces inconvéniens ne sont pas aussi grands qu'on l'a pensé, plutôt par l'effet des préjugés que d'après des essais; ceux qui ont éprouvé cet instrument, ont convenu qu'on se fait très-aisément à l'usage d'un binocle, & qu'au moyen de supports commodes on peut suivre facilement un astre, même assez long-temps. M. Le Gentil, astronome de Paris, qui a fait sur ce sujet un mémoire, qu'on trouve dans ceux de l'académie des Sciences, & d'où nous tirons la plus grande partie de cet article; M. Le Gentil assure qu'il a remarqué que le binocle ne fatiguoit nullement les yeux. « Il semble bien plutôt, dit-il, qu'il soit fait pour les reposer; au lieu qu'une lunette seule les fatigue considérablement, étant l'un & l'autre dans une espèce d'état de contrainte; le gauche, parce qu'on est forcé de le tenir continuellement fermé; le droit, parce qu'on est contraint de le tenir ouvert, & dans une tension la plus forte qu'il est possible ». C'est ce que tous les observateurs éprouvent.

M. Le Gentil a pensé qu'il étoit à propos, non seulement de répéter les expériences déjà faites, mais encore de les pousser plus loin, & de plus de tenter de savoir si on voyoit des deux yeux beaucoup mieux qu'avec un seul, & avec une lumière double, comme semblent le dire la forme du nerf optique, & la construction des deux yeux, telles qu'on les trouve dans le traité de Descartes & celui d'Hartsœker sur la dioptrique & la vision. Ayant en sa possession l'*héliomètre* de M. Bouguer, composé de deux objectifs de 12 pieds de foyer chacun, & l'ouverture de 13 lignes, M. Le Gentil fit construire deux tuyaux de 12 pieds de longueur sur une monture convenable, auxquels il appliqua ces objectifs avec des oculaires de trois pouces de foyer, qui ne grossissoient que quarante-huit fois, comme avec l'*héliomètre*, & il vit avec satisfaction l'effet de ce binocle, même sur les objets terrestres; il regarda d'abord le dôme du Val-de-Grâce avec chaque lunette séparément pour les mettre à leur point, puis avec les deux yeux, & ce fut alors qu'il fut singulièrement affecté de la forte impression qu'il reçut en regardant la boule & la croix qui terminent ce dôme. « Le beau champ de la » lunette, la grosseur apparente de l'objet, sa » netteté par comparaison avec ce que je voyois » en ne regardant qu'avec une seule lunette, ne » me donnèrent aucun lieu de douter qu'on ne voie » des deux yeux, & beaucoup mieux qu'en ob- » servant avec un seul. J'observai ensuite le soleil » & ses taches, en choisissant pour cet effet un » beau jour : c'étoit dans le mois d'août. On doit » s'attendre que le soleil me fit la plus vive im- » pression ». Jusques-là il n'avoit fait usage que d'un foible grossissement; mais jugeant que la grande quantité de lumière qu'il recevoit pouvoit lui permettre d'employer des oculaires de deux pouces au lieu de trois, il en fit faire quatre de quatre pouces de foyer chacun, & les ayant ajustés à la place des autres, ils augmentèrent le grossissement, & de 48 le portèrent à 72. Ce nouveau binocle parut faire encore plus d'effet sur le soleil; mais en regardant la lune il s'apperçut qu'elle étoit mal terminée, & conséquemment que puisqu'il trouvoit une image bien distincte, il falloit qu'un de ses deux objectifs ne valût rien avec un fort grossissement; ce qui prouvoit la difficulté de réussir à faire deux objectifs d'un long foyer parfaitement semblables & également bons; car ces deux verres avoient été travaillés par un excellent artiste.

Les choses en étoient à ce point, lorsqu'il s'adressa au R. P. Gaudibert, dominicain de Paris, habile opticien, qui lui donna deux objectifs superbes & excellens, qu'il avoit travaillés à la main, & ayant 22 lignes chacun d'ouverture. Personne, depuis Campani, n'avoit fait des verres de cette espèce avec tant d'ouverture & si parfaitement bons. Le P. Gaudibert enchâssa ces objectifs dans des bouts de tuyau de cuivre, les tourna & les serti. Ce nouveau binocle, qui supportoit aisément des oculaires de 17 à 18 lignes de foyer, grossissoit 98 à 99 fois avec la plus grande netteté & la plus grande clarté; on vit Jupiter parfaitement terminé, ses bandes & pareillement ses satellites très-brillans. En regardant le soleil avec ce *binocle*, M. Le Gentil observa plusieurs fois qu'en séparant ou détachant les deux images, ce qu'il faisoit en écartant un peu les tuyaux les uns des autres du côté des oculaires, il voyoit en effet ces deux images dont l'une débordoit l'autre; elles lui paroissoient égales en intensité, & dans l'état à peu près qu'il les voyoit lorsqu'il les regardoit séparément avec une seule lunette; mais lorsqu'au moyen de la vis, sans éloigner les yeux du binocle, il parvenoit à réunir les deux images en une seule, il éprouvoit dans cet instant de réunion une impression ou sensation subite & singulière d'augmentation de lumière, de clarté, de netteté, & même de grossissement apparent tout à la fois, qui produisoient dans ses deux yeux l'effet d'une espèce d'éclair subit auquel on ne s'attend pas. C'est ce qui acheva de le convaincre que la vision étoit beaucoup plus parfaite en se servant de ses deux yeux qu'en ne regardant qu'avec un seul. M. Le Gentil a fait avec ce binocle plusieurs autres observations qui lui ont également bien réussi.

On peut perfectionner cet instrument en le faisant *achromatique*. *Voyez* LUNETTES.

BION. La vie d'un artiste est comme celle d'un savant, peu remplie de ces événemens qui excitent la curiosité; elle n'est ordinairement qu'une suite

de divers travaux littéraires. M. Bion, mort à Paris en 1733, âgé de 78 ans, a fait imprimer deux principaux ouvrages; le premier est le *Traité de la construction & des principaux usages des instrumens de Mathématiques*, avec figures; la quatrième édition a été faite en 1752. Cet ouvrage utile à un physicien, contient neuf livres. Le premier traite de la construction & les principaux usages des instrumens les plus simples & les plus ordinaires, tels que le compas, la règle, le tire-ligne, le porte-crayon, l'équerre & le rapporteur. Le second livre explique la manière de construire le compas de proportion, & enseigne ses principaux usages. Le troisième livre a rapport aux diverses espèces de compas, à trois branches de réduction à coulisse, d'épaisseur; du pantographe, de la manière de tailler & d'armer les pierres d'aimant, des pesons, des microscopes. Le quatrième de l'équerre d'arpenteur; des planchettes de l'instrument universel, du quart de cercle, du graphomètre, de la boussole. Le cinquième du niveau à l'eau, du niveau d'air monté à pinulles, &c.; de la jauge, de la construction & usages des instrumens servant à l'artillerie. Le sixième de la construction & usages du quart-de-cercle astronomique, des lunettes, des octans, des micromètres, de la manière d'observer les astres, &c. &c. Le septième a pour objet la construction & usages de la boussole marine, différentes tables des amplitudes, des sinus, de l'astrolabe, des anneaux, du quartier de réduction, des cartes hydrographiques, des loxodromies. Le huitièmecontient ce qui regarde les cadrans solaires, lunaires & les étoiles Le neuvième traite des machines hydrauliques, de l'optique, dioptrique, catoptrique, perspective, &c. &c., & de la description des principaux outils qui servent à la construction des instrumens de mathématiques.

Le second ouvrage a pour titre : *Usage des globes* céleste & terrestre & des sphères, suivant les différens systêmes du monde, précédé d'un traité de Cosmographie, avec figures; la cinquième édition a été publiée à Paris en 1728. Le premier livre a pour objet la sphère du monde. Le second qui traite de la Géographie, montre d'abord l'application de la sphère à la Géographie, & présente ensuite une description de la surface de la terre; après une hydrographie; une description géographique & historique plus particulière des quatre parties du monde. Le troisième livre expose les usages des sphères & des globes céleste & terrestre. Par les indications de ces divers objets, on voit combien cet artiste étoit instruit, & combien ces deux ouvrages peuvent être utiles à ceux qui désirent de connoître ce qui a rapport à la Physique prise dans toute son étendue.

Bion *d'Abdère*, qui vivoit avant J. C., est le premier, parmi les anciens, qui ait pensé que les contrées polaires de notre globe avoient des jours & des nuits de six mois.

BIQUADRATIQUE; *Puissance biquadratique*. C'est la quatrième puissance, celle qui vient après le cube.

BIQUINTILE; *Aspect biquintile*. Il a lieu entre deux planètes qui sont éloignées l'une de l'autre de deux fois la cinquième partie de 360 degrés, c'est-à-dire, de deux fois 72 ou 144 degrés.

BISE; *Vent de bise*. C'est le nom que l'on donne au vent de nord-est, à ce vent qui tient une direction moyenne entre le vent du nord ou septentrion, & celui de l'est ou du vrai orient. *Voyez* Vent; *division des vents*.

Cette espèce de vent est ordinairement très-froide. La cause de cette froidure, selon l'opinion commune, vient de ce que la masse d'air transportée qui forme le vent de bise, passe sur des terres septentrionales, lesquelles, pendant une partie de l'année, ne sont point échauffées par les rayons du soleil, & de plus ne reçoivent que très-obliquement ces rayons durant l'autre partie; car le soleil, comme on sait, va d'un tropique à l'autre. Ce vent passant, pendant certain temps de l'année, sur des montagnes couvertes de neige, & qui, par leur position relativement à plusieurs contrées, sont au nord-est, il en résulte une augmentation de froid.

La position des terres qui sont au sud-ouest dans l'hémisphère méridional étant la même relativement aux rayons du soleil, & les neiges & les glaces, qui y sont également très-abondantes, doivent être cause que le vent de sud-ouest, & ceux qui sont voisins de cette direction, produiront sur plusieurs contrées de l'hémisphère méridional, un effet analogue à celui du vent de bise sur les contrées de l'hémisphère septentrional. En un mot l'air transporté d'un lieu dans un autre conserve en partie dans le dernier les qualités qu'il a acquises dans le premier. S'il a traversé des pays froids, humides ou secs, &c., il sera froid, humide, ou sec, &c.

BISMUTH. C'est le plus pesant des demi-métaux; sa couleur est d'un blanc jaunâtre; il est composé de facettes brillantes qui se ternissent à l'air; il se réduit aisément en poudre; il perd dans l'eau un neuvième de son poids; il peut se cristalliser en prismes polygones, disposés en volutes grecques quarrées, ou entièrement semblables à celles du muriate de soude (sel marin.)

Le bismuth natif a une couleur jaunâtre & un peu chatoyante; il se fond facilement à la lumière d'une bougie : on le trouve quelquefois em masses

ſolides ou en grains; d'autrefois il criſtalliſe en cubes ou en octaèdres réguliers.

La mine de biſmuth griſe contient abondamment du cobalt & de l'arſenic; cette eſpèce eſt la plus commune. On la trouve unie au ſoufre en pluſieurs endroits; le biſmuth ſe rencontre quelquefois dans l'état d'oxide ou de chaux : il eſt alors ſous la forme d'une effloreſcence granuleuſe, d'un jaune verdâtre & jamais rouge.

Le biſmuth eſt très-fuſible, & ſe fond long-temps avant de rougir; il eſt demi-volatil, comme les autres demi-métaux; expoſé au feu il s'en élève des fleurs; il ſe calcine, ſe convertit en litharge & en verre, à peu-près comme le plomb; il ſert même comme ce métal à la purification de l'or & de l'argent par l'opération de la coupelle; les oxides gris ou brun, ſublimé & vitreux, ne ſont que des combinaiſons de ce demi-métal avec la baſe de l'air vital ou l'oxigène : ils ne ſe réduiſent pas ſans addition.

Le biſmuth ſe combine facilement avec le ſoufre, & ſe réduit, par ſon moyen, en un minéral aiguillé, à peu-près comme l'antimoine : il s'amalgame avec le mercure; il a même la propriété ſingulière d'atténuer tellement l'étain, l'argent & ſur-tout le plomb qu'on joint à ſon amalgame, qu'une partie de ces métaux paſſe alors avec le mercure à travers la peau de chamois : ce qui prouve que cette ſorte de purification eſt inſuffiſante.

Le biſmuth s'unit très-bien avec toutes les matières métalliques, excepté, ſuivant Gellert, avec le zinc & l'arſenic; & tous ces alliages ſont rendus plus fuſibles par le biſmuth; la table des diſſolutions de ce chimiſte donne l'ordre ſuivant, pour l'union des matières métalliques avec le biſmuth, le fer, le cuivre, l'étain, le plomb, l'argent & l'or.

On dit que le biſmuth, comme le fer, occupe, lorſqu'il eſt fondu, un moindre eſpace que lorſqu'il eſt ſolide; une petite portion de biſmuth rend l'étain plus brillant, plus dur & plus ſonore; on ſe ſert du biſmuth pour faire la vaiſſelle d'étain, pour ſouder quelques métaux, pour faire des caractères d'imprimerie; le blanc qu'on prépare du biſmuth, en précipitant par l'eau la diſſolution de ce demi-métal dans l'acide nitreux, forme un fard dont les femmes ſe ſervent pour ſe blanchir la peau; mais ce blanc a l'inconvénient de noircir.

L'acide nitreux (nitrique) diſſout le biſmuth avec une très-grande rapidité, ou plutôt ce demi-métal décompoſe l'acide & lui enlève très-promptement une partie de ſon oxigène, & il s'en dégage une grande quantité de gaz nitreux.

L'acide vitriolique (ſulfurique) ne diſſout preſque pas le biſmuth; l'acide marin (muriatique) ne l'attaque que peu & lentement; mais ſur ces divers objets, *voyez* le dictionnaire de Chimie de l'Encyclopédie.

La peſanteur ſpécifique du biſmuth fondu eſt 98,227.

BISSEXTE. C'eſt le nom que l'on donne au jour intercalaire qu'on ajoute de quatre en quatre ans aux 365 jours qui compoſent l'année. Ce jour *biſſextile* eſt ainſi nommé parce que Céſar le fixa au jour qui précède le 24 février, lequel, chez les romains, étoit le ſix des *calendes de mars*. Le 24 février ſe comptoit deux fois cette année, & on diſoit par conſéquent deux fois (*bis*) le ſixième des calendes de mars. Cette année étant ainſi biſſextile, le mois de février doit avoir 29 jours; la fête de Saint-Mathias étant alors reculée d'un jour, & ſe trouvant le 25, cette année biſſextile a deux lettres dominicales, dont l'une ſert juſqu'au 24, vigile de ce ſaint, & l'autre pour le reſte de l'année. (*Voyez* Lettre dominicale.)

On a ajouté à l'année biſſextile un quatrième jour afin de retrouver les ſix heures que le ſoleil emploie dans un an au-delà de 365 jours pour achever ſon cours annuel dans l'écliptique. Or ces ſix heures font un jour en quatre ans. Ce jour additionnel rend donc l'année à peu près égale à la durée de la révolution de la terre autour du ſoleil; nous avons dit à peu près, parce que l'année ſolaire étant de 365 jours 5 heures 49 minutes, il s'en faut 44 minutes en 4 ans que cette année ſolaire ne s'accorde avec l'année commune; ces 44 minutes formant en excès un jour au bout de 133 ans, on retranche trois *biſſextiles* dans le cours de 400 ans. Ainſi l'année 1700 n'a pas été biſſextile; 1800 & 1900 ne le ſeront pas, mais l'an 2000 le ſera & ainſi de ſuite. C'eſt le moyen qu'imaginèrent les aſtronomes chargés par Grégoire XIII de la réformation du calendrier. (*Voyez* Année bissextile, Calendrier.)

BISSEXTILE. C'eſt l'épithète par laquelle on déſigne l'année qui de quatre en quatre ans a un jour additionnel de plus que les autres, en février, & conſéquemment 366 jours. (*Voyez* l'article précédent.)

Bissextile. *Année biſſextile.* (*Voyez* ce mot dans l'article Année).

BITUMES. Les bitumes ſont directement du reſſort de l'hiſtoire naturelle, & leur décompoſition appartient à la Chimie. Ici nous ne nous occuperons que des propriétés des ſubſtances bitumineuſes relativement à la Phyſique. Les bitumes ſont ou liquides ou dans un état ſolide; leur nature pa-

roît être analogue à celle de l'huile, laquelle peut être ou fluide, ou concrète. Les principaux bitumes dans un état de solidité sont le bitume de Judée, l'ambre jaune ou succin, le jayet, le charbon de terre, &c.; les bitumes liquides sont le pétrole, le pissasphalte ou poix minérale, &c.; toutes ces matières sont très-inflammables; elles peuvent être dissoutes par les huiles; quelques-uns pensent que les bitumes appartiennent proprement au règne minéral; d'autres que leur origine vient du règne végétal.

Les bitumes sont idio-électriques ou électriques par nature, puisque tous ceux qui sont susceptibles d'être frottés donnent des signes d'électricité; ils sont tous non-conducteurs, même dans l'état de fluidité; le genre de leur électricité est d'être par eux-mêmes électriques négativement : c'est ce qu'on appeloit autrefois avoir l'électricité résineuse. (*V.* Electricité négative.)

Les bitumes & les résines entrent dans la composition des électrophores, espèces de machines électriques d'une construction simple & d'un grand effet, sur-tout quand ils ont une grande superficie. *Voyez* Électrophore.

On s'est servi long-temps de matières bitumineuses pour former des Isoloirs. Une masse de bitume, fondue & versée dans une caisse, servoit, lorsqu'elle étoit refroidie, à isoler les corps qu'on se proposoit d'électriser par communication; une personne se plaçoit dessus cet isoloir & on l'électrisoit. On a presque entièrement abandonné ce moyen, parce que le mélange bitumineux s'amollissoit en été, & en hiver étoit sujet à des gerçures qui les rendoient moins propres à l'isolement.

Les bitumes, comme le succin, par exemple, &c., peuvent servir à faire des vernis à l'huile destinés à préserver d'humidité les verres & les autres pièces des machines électriques, comme les bois, &c.

BLANC. Un corps blanc est celui qui réfléchit les rayons de toutes les couleurs prismatiques réunies; c'est celui qui réfléchit les rayons du soleil sans leur faire subir aucune décomposition. Les anciens croyoient qu'un corps blanc portoit ce nom parce qu'il réfléchissoit la couleur blanche, comme un corps bleu ou rouge étoit ainsi appelé à cause qu'il réfléchissoit la couleur bleue, la couleur rouge; mais depuis les brillantes expériences de Newton, qui a décomposé la lumière avec une sagacité & une adresse étonnante, il est prouvé que le blanc n'est pas une couleur simple & unique, mais qu'il est composé de toutes les couleurs, & qu'il est d'autant plus blanc que cet assemblage est plus parfait.

Cette vérité est démontrée à l'article Couleurs. On y verra que la lumière du soleil qui est blanche & décomposée par un prisme en sept rayons hétérogènes; le rouge, l'orangé, le jaune, le verd, le bleu, l'indigo & le violet; & que si avec une lentille on réunit ces sept rayons, on verra à son foyer un point blanc formé conséquemment de l'assemblage des sept couleurs; ainsi l'analyse & la synthèse prouvent cette doctrine; si on intercepte, avant la réunion, un, deux, ou trois rayons colorés, on appercevra que le blanc qui est au foyer paroîtra de plus en plus sale ou gris.

Pour démontrer encore cette proposition par un autre moyen, j'ai fait faire l'appareil suivant. Sur un grand cercle de carton sont peintes les couleurs prismatiques, en une, ou deux, ou quatre suites (car j'ai plusieurs cartons); ce cercle peut tourner rapidement par le secours d'un systême de roues dentées & de pignons, menés par une manivelle, le tout étant établi dans une espèce de batis ou cage de fer, fixée solidement sur une table. Lorsqu'on imprime le mouvement à cet appareil, le cercle tourne avec une rapidité très-grande, parce qu'il est fixé sur l'axe du dernier pignon, & on ne voit que du blanc; si au contraire on fait tourner lentement la manivelle, on apperçoit les sept couleurs. En augmentant progressivement la vîtesse dans ce dernier cas, on voit disparoître plusieurs couleurs, & on n'en observe que des composées. Si la rapidité croît, on voit différentes nuances de gris blanc, & enfin le blanc véritable. Ce dernier effet résulte de ce que l'impression de chaque couleur subsiste en même temps dans l'œil, ainsi que nous l'expliquerons en son lieu; cet effet est analogue à celui du cercle de feu que présente un tison allumé, qu'on tourne circulairement avec une grande rapidité.

BLANCHEUR. La blancheur est cette qualité sensible qui distingue les corps blancs. Cette blancheur, ainsi qu'on vient de le prouver au mot Blanc, consiste dans l'assemblage de toutes les couleurs prismatiques. Ainsi la lumière est essentiellement blanche, parce qu'elle résulte de la composition des sept couleurs; un corps a de la blancheur lorsqu'il réfléchit toutes les espèces de couleurs, & sa blancheur est d'autant plus parfaite, qu'il réfléchit plus complettement toutes les couleurs.

Le noir au contraire est une privation ou absorption des rayons de toutes les couleurs; un corps est noir lorsqu'il absorbe tous les rayons de lumière, & il est blanc quand il les réfléchit tous. Dans ce dernier cas la sensation que nous appelons *blancheur*, est excitée par la réflexion des sept espèces de rayons colorés réunis. Dans le premier, une sensation particulière est excitée, ou peut-être la privation de toute sensation est

occaſionnée par l'abſorption de tous les rayons de couleurs, & nous n'en ſommes avertis que parce que la limite du corps noir eſt par-toute circonſcrite par des corps blancs ou colorés qui excitent en nous des ſenſations particulieres.

Il réſulte de ces vérités que les corps blancs s'échauffent bien plus difficilement au ſoleil que les corps noirs, les blancs réfléchiſſant tous les rayons, les noirs les abſorbant tous au contraire. L'expérience le prouve, car une perſonne vêtue de blanc, & ſe promenant au ſoleil, reſſent bien moins la chaleur que celui qui eſt habillé de noir. Auſſi vaut-il mieux porter au ſoleil un chapeau blanc qu'un chapeau noir, & au défaut de celui-là eſt-il utile de couvrir ſon chapeau d'un papier blanc. L'expérience prouve qu'avec un verre ardent on brûle aiſément un papier noir, & très-difficilement celui qui eſt blanc. Les étoffes noires ſont plutôt ſèches que celles qui ſont blanches, ainſi que l'éprouvent tous les jours les teinturiers. *Voyez* CHALEUR.

[M. Newton fait voir que la *blancheur* la plus forte & la plus éclatante doit être miſe au premier rang des couleurs, & que les *blanches* qui ſont au-deſſous ſont des mêlanges de couleurs de différens ordres. Les métaux blancs donnent cette blancheur du premier ordre; l'écume, le papier, le linge, & les autres ſubſtances blanches ſont de la blancheur du ſecond ordre. Le même auteur conjecture que les métaux blancs ſont plus blancs que les autres corps, parce qu'ils ſont plus denſes, & compoſés de particules plus ſerrées. Selon lui les particules des métaux blancs, comme l'argent, l'étain, &c., doivent avoir plus de ſurface que celles de l'or ou du cuivre. Ces deux derniers métaux, amalgamés avec du mercure, ou mêlés par la fuſion avec de l'étain, de l'argent, ou du régule d'antimoine, deviennent blancs. *Voyez* COULEUR, PRISME, RAYON, NOIR.

BLANCHE (*Gelée blanche*) *Voyez* GELÉE BLANCHE.

BLEU. Un corps eſt *bleu* lorſque par ſa nature, c'eſt-à-dire, par la contexture de ſes parties intégrantes il réfléchit cette eſpèce de rayons priſmatiques qu'on nomme *bleus*. Il ſera parfaitement bleu, quand il ne réfléchira que des rayons de cette couleur. Sa couleur *bleue* ſera très-intenſe, lorſqu'il en réfléchira un grand nombre ou plutôt tous ceux de cette couleur qui ſont tombés ſur ſa ſurface. Le bleu ne ſera qu'imparfait ſi ce corps réfléchit un petit nombre de rayons de différentes eſpèces avec tous les rayons bleus. Le bleu le plus parfait eſt ſans contredit celui qui dans l'ordre des couleurs priſmatiques eſt le cinquième, & vient après le verd. Ce rayon bleu doit être la norme à laquelle il faut comparer tous les *bleus* matériels; ceux-là ſont les plus *bleus* qui en approchent davantage. Puiſque le rayon rouge eſt moins réfrangible & moins réflexible que l'orangé, & celui-ci moins que le jaune, & ainſi des autres ſucceſſivement, il s'enſuit que le bleu eſt plus réfrangible & plus réflexible que le verd & les trois autres couleurs qui le précèdent, mais qu'il eſt moins réfrangible & moins réflexible que l'indigo & le violet qui dans le ſpectre ſolaire viennent après lui.

Pour expliquer la couleur *bleue du ciel*, Newton remarque [que toutes les vapeurs, quand elles commencent à ſe condenſer & à s'aſſembler, deviennent d'abord capables de réfléchir des rayons *bleus* avant qu'elles puiſſent former des nuages d'aucune autre couleur. Le *bleu* eſt donc la première couleur que commence à réfléchir l'air le plus net & le plus tranſparent, lorſque les vapeurs ne ſont pas parvenues à la groſſeur ſuffiſante pour réfléchir d'autres couleurs.

M. de la Hire remarque, après Léonard de Vinci, qu'un corps noir quelconque, vu à travers un autre corps blanc & tranſparent, paroît de couleur *bleue*; & c'eſt par-là qu'il explique la couleur azurée du firmament, dont l'immenſe étendue étant entièrement dépourvue de lumière, eſt apperçue à-travers l'air qui eſt éclairée & comme blanchi par la lumière du ſoleil. Il ajoute que par la même raiſon la ſuie mêlée avec du blanc forme du *bleu*. Il explique par le même principe la couleur bleue des veines ſur la ſurface de la peau, quoique le ſang dont elles ſont remplies ſoit d'un rouge foncé; car, dit-il, à moins que la couleur rouge ne ſoit vue au grand jour, elle paroît un rouge obſcur & qui approche du noir; & comme elle ſe trouve dans une ſorte d'obſcurité dans les veines, elle peut avoir l'effet de la couleur noire, qui conſidérée à travers la membrane de la veine, & la blancheur de la peau, produit la ſenſation du bleu.]

D'autres ont dit que le ciel nous paroiſſoit bleu, parce que les rayons du ſoleil, qui ſont compoſés de ſept couleurs primitives, étant arrivés à la ſurface de la terre, ſont réfléchis par cette même ſurface, & rentrent ainſi dans l'atmoſphère, en reprenant la route du ciel; que l'atmoſphère ayant une épaiſſeur conſidérable, il n'y avoit que les rayons les plus forts, c'eſt-à-dire, les moins réfrangibles & les moins réflexibles, tels que les quatre premiers dans l'ordre du ſpectre ſolaire, ſavoir les rouges, les orangés, &c., qui les traverſent entièrement, ſans revenir à nous; mais que les bleus, les indigos, & les violets étant réfléchis une ſeconde fois vers la terre par la concavité du fluide atmoſphérique qui nous environne, & qu'ils n'ont pu pénétrer, il n'y avoit réellement que les plus forts de ces trois dernières eſpèces de rayons, c'eſt à-dire, les

bleus qui puissent revenir jusqu'à la surface de la terre, ou du moins qui y reviennent en plus grande quantité. Dans ces deux derniers cas nous verrons la concavité de l'atmosphère que nous prenons pour le ciel, de la couleur que ces rayons excitent en nous, c'est-à-dire, de la couleur *bleue*. *Voyez* AZURÉE.

M. Euler a aussi cherché la cause du bleu de ciel dans l'atmosphère, en tant qu'elle n'est pas parfaitement transparente. A mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, dit-il, la couleur bleue brillante du ciel devient plus foible, & si l'on pouvoit monter jusqu'à l'éther pur, elle s'évanouiroit tout à fait ; en regardant en haut on n'y verroit rien du tout, & le ciel paroîtroit noir comme de nuit : car, ou nul rayon de lumière ne parvient jusqu'à nous, tout nous paroît noir.

Le phénomène qui fait l'objet de cet article ne pourroit pas avoir lieu, si l'air étoit un milieu parfaitement transparent comme l'éther; nous ne recevrions alors d'en haut d'autres rayons que ceux des étoiles ; mais la clarté du jour est si grande, que la petite lumière des étoiles nous devient insensible : de même qu'on ne verroit pas la flamme d'une bougie pendant le jour lorsqu'elle est assez éloignée, pendant que la même flamme paroît de nuit fort brillante à des distances beaucoup plus grandes encore. Ce qui indique qu'on doit chercher la cause du bleu du ciel dans le défaut de la transparence de l'air. « L'air est chargé de quantité de petites particules, qui ne sont pas tout à fait transparentes, mais qui, éclairées par les rayons du soleil, en reçoivent un mouvement de vibration, qui produit de nouveaux rayons propres à ces particules ; ou bien ces particules sont opaques, & étant éclairées nous deviennent visibles elles-mêmes. Or, la couleur de ces particules est bleue, & voilà l'explication du phénomène ; c'est que l'air contient quantité de petites particules bleues ; ou l'on peut dire que les plus petites particules sont bleuâtre, mais d'un bleu extrêmement délié, qui ne devient sensible que dans une masse d'air énorme. Ainsi nous n'appercevons rien de ce bleu dans une chambre : mais quand tous les rayons bleuâtres de toute l'atmosphère pénètrent à la fois dans nos yeux, quelque déliée que soit la couleur de chacun, leur totalité peut produire une couleur très-foncée. Cela se confirme par le phénomène suivant. En regardant de près une forêt, elle paroît bien verte, mais quand on s'en éloigne, elle paroîtra toujours plus bleuâtre. Les forêts des montagnes du Hartz qu'on voit à Magdebourg, paroissent assez bleues, quoiqu'en les regardant de Halberstadt elles soient vertes. La grande étendue de l'air entre Magdebourg & ces montagnes en est la raison. Quelques déliées ou rares que soient les particules bleuâtres de l'air, il y en a une très-grande quantité dans cet intervalle, dont les rayons entrent conjointement dans les yeux, & y représentent par conséquent une couleur bleue assez foncée ».

On remarque un phénomène semblable dans un brouillard où l'air est chargé de quantité de particules opaques, qui sont blanchâtres. En ne regardant qu'à une petite distance, à peine s'apperçoit-on du brouillard ; mais lorsque la distance est grande, la couleur blanchâtre devient très-sensible, & même au point qu'on ne voit plus rien à travers. L'eau de la mer paroît verte à une certaine profondeur, mais elle est assez claire quand on remplit un verre. La raison est visiblement la même. Cette eau est chargée de quantité de particules verdâtres, dont une petite quantité ne produit aucun effet sensible, mais dans une grande étendue, quand on regarde dans la profondeur, tant de rayons verdâtres joints ensemble, ils produisent une couleur foncée. Cette explication est claire, mais elle suppose l'hypothèse du mouvement vibratoire dans les rayons de lumière, comme cause des couleurs, opinion qui est bien éloignée d'être démontrée, & qui le cède en simplicité au système Newtonien que nous avons exposé.

BOCAL. Le mot de Bocal nous vient du mot italien *Bocale*, qui désigne une mesure de liquides, en usage sur-tout à Rome. En France on a donné le nom de bocal à un vase qui contient un peu plus que la pinte de Paris. Mais actuellement ce mot indique en physique une espèce de vaisseau de verre ordinairement cylindrique & à large ouverture, dont on se sert 1°. pour quelques expériences d'électricité; 2°. relativement aux expériences des gaz.

Les bocaux destinés à l'électricité sont des cylindres de verre mince, d'une médiocre grandeur, revêtus extérieurement & intérieurement de feuilles d'étain laminé & bien collées, afin que le contact des feuilles avec le verre soit plus parfait. Une zone de deux pouces environ de hauteur vers l'orifice reste à nu, sans être garni d'étain, & le fluide électrique ne trouvant pas de conducteur, ne peut passer d'une surface à l'autre, conséquemment il reste accumulé dans l'intérieur du bocal. On a soin d'établir une communication entre la surface intérieure du bocal, & le conducteur de la machine électrique, afin de pouvoir charger ce bocal. Cette communication est formée par une tige de cuivre terminée en bas par des fils d'or qui touchent la surface intérieure ; si cette tige est assez longue pour toucher constamment le fond, on peut se dispenser d'y ajouter les fils d'or. Un grand bouchon de liége ou un couvercle de bois bien ajusté, & percé par le milieu pour recevoir & assujettir la tige de cuivre, ferme l'ouverture du bocal. Un vaisseau de verre ainsi préparé porte

le nom de bocal électrique ; c'eſt alors une véritable bouteille de Leyde (*Voyez* BOUTEILLE DE LEYDE). Pluſieurs de ces vaiſſeaux réunis forment une *batterie électrique*. (*Voyez* BATTERIE.) Plus la ſurface d'un bocal étamée eſt grande, plus le coup foudroyant eſt conſidérable ; il eſt terrible lorſque pluſieurs bocaux réunis ſont chargés & déchargés enſemble. Les bocaux électriques ne diffèrent des jarres électriques que par la grandeur ; les jarres ayant une ſurface étamée beaucoup plus conſidérables. La *figure* 169 préſente un *bocal électrique*, la tige A B, terminé en B par une boule, ſert à tranſmettre le fluide électrique dans l'intérieur du bocal, lorſqu'on approche la boule B du conducteur de la machine électrique. Ce bocal n'eſt pas couvert d'un grand bouchon, mais la tige A B eſt fixée dans une rondelle de liége ou de bois, ou à un cercle de cuivre placé au fond du bocal. Aux deux tiers du bocal eſt une ceinture métallique, portant en D un crochet auquel on met une chaîne de métal. On décharge un bocal chargé de fluide électrique en employant l'*excitateur*. (*Voyez* EXCITATEUR.)

Dans les expériences des gaz, on ſe ſert encore de bocaux à peu près ſemblables à celui de la *figure* 169, & plus ou moins grands : ils ne ſont point étamés. Etant remplis, par exemple, de gaz fixe, on y met un oiſeau, une ſouris, ou tout autre animal, une plante même, &c., qu'on veut éprouver. Les formes de ces bocaux ont pluſieurs diverſités accidentelles ; on en parlera à l'article GAZ.

On donne encore le nom de bocal à une ſphère de verre blanc creuſe & remplie d'eau que les bijoutiers, les graveurs, & autres ouvriers mettent devant la lumière d'un flambeau, afin d'éclairer fortement leur ouvrage. Ce bocal ſphérique d'un verre mince eſt ſur un pied, & ſa partie ſupérieure porte un petit goulot, par lequel on verſe de l'eau dans laquelle on a mêlé un peu d'acide nitreux pour empêcher qu'en hiver l'eau ne ſe gèle, & que le bocal ne ſe briſe.

La forme ſphérique de ce bocal le rend propre à raſſembler en un foyer les rayons de lumière qui le pénètrent, & qui en ſortent après avoir éprouvé des réfractions convenables, ainſi qu'on le verra aux articles DIOPTRIQUE, LOUPE. *Voyez* ces mots. Or la lumière étant plus vive à ce foyer, permet aux ouvriers qui ſe ſervent de ces bocaux, de voir diſtinctement les plus petites parties des objets.

BOCCA D'INFERNO. C'eſt une eſpèce de météore plus connu ſous le nom de feux follets (*Voyez* MÉTÉORES IGNÉS, FEUX FOLLETS) ; il y en a de céleſtes & de terreſtres, c'eſt-à-dire, qui brillent dans l'atmoſphère ou ſur la terre. Ces derniers paroiſſent en divers endroits : on en voit ſur-tout à Bologne en Italie, & c'eſt là qu'on leur a donné le nom de bocca d'inferno, parce que ces feux, chaſſés devant les voyageurs qui marchent par le mouvement qu'ils font, & les éblouiſſant par leur vive lumière au ſein des ténèbres, contribuent aſſez ſouvent à égarer les voyageurs, & à les faire tomber dans les précipices.

Depuis les découvertes des modernes, & en particulier depuis celles de M. Volta, on a penſé à expliquer ce phénomène, & ceux du même genre qu'on connoît ſous le nom de feux follets par le gaz inflammable qui ſe dégage des terreins marécageux, & qui peut être allumé par diverſes cauſes, par différens météores ignées, qui ſont des effets du feu électrique de l'atmoſphère ; par le gaz phoſphorique qui s'allume par le contact de l'air atmoſphérique, & même par le ſecours des aigrettes électriques qui peuvent s'échapper de la terre, quelquefois ſurabondamment électriſée, ainſi que je l'ai prouvé dans mon *électricité des météores*, Tome II.

BOERHAAVE. C'eſt un de ces ſavans que pluſieurs ſciences revendiquent avec raiſon. Quoique Boerhaave ait été grand médecin & habile chymiſte, il excelloit auſſi en phyſique : c'étoit ſa ſcience favorite, car, en liſant ſes ouvrages, on s'aperçoit bientôt qu'il y ramène tout, autant que cela étoit poſſible.

Il naquit en 1668, à Voorhout, près de Leyde : ſon père, paſteur de cette ville, fut ſon premier maître. A l'age de onze ans, il ſavoit de la géométrie, étoit inſtruit en littérature, & avoit une connoiſſance du latin & du grec ; à 14 ans, il parut avec éclat dans les écoles publique de Leyde. Deſtiné au miniſtère, il fit les études relatives à cet objet, ſans cependant négliger celle de la médecine. Il fut enſuite docteur & profeſſeur dans l'univerſité, & enſeigna la médecine, la chymie & la botanique. Les étrangers venoient en foule prendre ſes leçons, toute l'Europe lui envoya des diſciples ; les académies des ſciences de Paris & de Londres ſe l'aſſocièrent. Dans tous ſes ouvrages, & ſur-tout dans ſes aphoriſmes, il réunit la théorie à la pratique ; il a réduit cette ſcience à des principes clairs & lumineux. Sa mort arriva en 1738 ; il laiſſa 4 millions, lui qui avoit été long-temps obligé de donner des leçons de mathématiques pour ſubſiſter.

Ses élémens de chymie, donnés en latin, en 1732, eurent une grande réputation ; ils contiennent une analyſe du règne végétal, & des traités ſavans ſur l'air, l'eau, la terre & le feu. Ce dernier traité eſt un chef-d'œuvre étonnant, ſelon Macquer, bon juge en cette matière. Il fit pluſieurs expériences

sur le mercure; il le laissa en digestion sur le feu pendant quinze ans, sans qu'il y eut aucune apparence de transformation. Ce fut sa dernière production : excédé par de longues veilles, il mourut le 28 septembre 1736, âgé de 69 ans.

BOIS ÉLECTRIQUE. Le père Ammersin, minime, a fait un petit ouvrage sur *l'électricité propre du bois*; comme il contient une découverte & plusieurs expériences aussi utiles que curieuses, il ne sera pas hors de propos de faire connoître ici les résultats principaux qu'il a trouvés.

1°. Le bois est électrique par sa nature; le frottement développe le fluide électrique, lorsqu'on en a chassé l'humidité qu'il contient ordinairement. Pour lui donner le degré de sicité nécessaire, on peut le mettre dans le four d'un boulanger, après que le pain en a été ôté, ou le mettre pendant quelque temps sur le côté d'un tuyau de cheminée où l'on fait habituellement du feu, ou bien l'exposer au-dessus des charbons ardens, jusqu'à ce qu'il devienne d'une couleur brune, sans être néanmoins brûlé; car, dans ce cas, il n'auroit pas assez de consistance pour être frotté efficacement.

2°. Les bois que le père Ammersin a éprouvés avec succès, sont les bois les plus communs, comme le Hêtre, le Chêne, l'Aune, le Noyer, le Tilleul, &c. Les expériences qu'on a faites depuis font penser avec raison qu'ils seroient tous électriques, s'ils étoient frottés convenablement. Les bois résineux m'ont paru plus électriques que d'autres; je suis surpris que le père Ammersin n'en parle pas.

3°. Avec le bois ainsi séché, on obtient quelquefois une électricité plus forte que ne l'est communément celle du verre : *& quidem quando que majorem ipso vitro*, dit le père Ammersin dans son ouvrage.

4°. Cette propriété du bois constatée, il est clair qu'on peut substituer un cylindre, un globe de bois, au tube & au globe de verre; un plateau de bois à celui de glace, &c. Mais il est à propos de faire dessécher le bois avant de le façonner, afin qu'il conserve mieux la figure qu'il aura reçue du tourneur, ou du menuisier. Le père Ammersin a employé avec succès des mesures à blé, mises en mouvement par une machine de rotation.

5°. Le bois ainsi desséché peut servir à faire des isoloirs de toute espèce, des tabourets très-grands; la tablette & les pieds peuvent être de ce bois devenu électrique, non conducteur par la dessication.

6°. Afin que le bois, ainsi préparé, conserve son électrisabilité & ne reprenne pas l'humidité que ses pores absorberoient facilement, il faut le faire bouillir dans une huile seccative, dans la cire, ou au moins l'enduire avec quelque vernis.

7°. S'il arrive que le bois perde en tout ou en partie sa propriété électrique, par le laps de temps, il suffit de le faire sécher, & de le faire bouillir de nouveau dans l'huile; souvent même en l'essuyant parfaitement on lui rend sa vertu.

8°. Le papier & l'étoffe sont les frottoirs qui ont été employés le plus souvent, mais les frottoirs qui servent pour le verre, peuvent être ici employés indifféremment.

9°. On ne réussit à électriser le verre, du moins à un certain point, que lorsqu'il est bien refroidi; le verre chaud ne donne pas autant d'électricité. Voyez *Brevis Relatio de Electricitate propria lignorum; authore P. Wendelino* AMMERSIN (*V.* encore BATON *de bois électrique*).

BOITE A CUIRS. C'est une boîte cylindrique de cuivre qu'on met au sommet de quelques récipiens de la machine pneumatique, & qui, par le moyen d'une tige de cuivre, sert à transmettre divers mouvemens dans le vide. La *figure* 170 la représente séparée du récipient, & ouverte. F est la boîte; G, H, son couvercle qui ferme à vis, comme on le voit en G. La tige V, I, terminée par un anneau, V, passe par le trou du milieu du couvercle, & traverse entièrement la boîte. x est la vis inférieure qui entre dans l'écrou d'une virole mastiquée au goulot d'un récipient ouvert à son sommet. I est une vis qui sert à retenir diverses petites pièces qu'on ajuste successivement à l'extrémité inférieure de la tige, V, I.

La capacité intérieure de la boîte F, est entièrement remplie de rondelles de cuir, c'est-à-dire, de tranches de cuir coupées circulairement, & percées dans le milieu d'un trou pour recevoir la tige, V, I, qui pourra alors glisser librement de haut en bas & de bas en haut, & tourner circulairement, lorsque la main fixée à l'anneau V lui imprimera ces divers mouvemens; & conséquemment aux petits appareils ajustés en I.

On prend ordinairement du cuir de bufle qu'on laisse tremper pendant quelque temps dans un mélange chaud de suif & d'huile d'olive; on les perce avec un poinçon dont le diamètre soit moindre que celui de la tige V, I, & non avec un emporte-pièce, afin que les bords joignent fortement la tige. D'un autre côté les tranches de cuir sont très-pressées dans la boîte, lorsque le couvercle y est vissé. Il résulte de cette construction que l'air ne pourra point s'introduire par la boîte dans le récipient pneumatique dont on aura évacué l'air, quoiqu'on fasse jouer la tige.

Afin que l'air ne puisse rentrer dans le récipient par la jonction de la boîte à cuir avec la virole du recipient, à l'endroit où est la vis *u*, on met une rondelle de cuir gras, préparé comme ceux qui sont dans la boîte. Toutes les vis étant faites avec soin, l'air ne peut s'insinuer dans le récipient. Pour conserver les cuirs gras, on a soin de les humecter quelquefois avec de l'huile.

En traitant des expériences qu'on fait avec la machine pneumatique, nous détaillerons les appareils particuliers, qu'on visse à l'extrémité inférieure de la tige de la boîte à cuir, & les expériences qui en sont la suite.

BOITE CATOPTRIQUE (*Voyez* CAISSE CATOPTRIQUE).

BOLIDE. C'est le nom que l'on donne quelquefois à cette espèce de météore ignée, plus connu sous le nom de globe de feu (*Voyez* MÉTÉORE IGNÉE, GLOBE DE FEU).

BOITES *qui s'échauffent sans feu*. On a donné ce nom à des espèces de boîtes dont on a beaucoup parlé, il y a quelque temps; elles sont d'étain, de fer-blanc, de terre, ou d'autres matières de ce genre. Cette espèce d'invention a occasionné une discussion publique, qui paroît maintenant terminée.

Dom Rozet, de l'ordre de Cîteaux, à l'abbaye de Boutencourt, à qui il paroît qu'on en doit la première connoissance, a décrit dans une lettre la construction de ces boîtes, & la quantité de matière qu'il faut pour les échauffer.

« 1°. Si l'on met de la chaux & de l'eau dans une bouteille de terre bien bouchée, dans quelques minutes elle éclatera avec une détonation incroyable. Pour se mettre à l'abri des suites fâcheuses qui pourroient en résulter, il faut que la bouteille ait un petit goulot qu'on laisse ouvert, afin de faciliter une issue à la fumée; lorsqu'il n'en sortira plus, on le fermera avec un petit morceau de bois pour concentrer la chaleur; il faut aussi adapter à ces bouteilles une vis comme celle d'une bouteille à tabac, par où l'on introduira la matière ».

« 2°. Si l'on met de la chaux & de l'eau dans une bouteille d'étain, au bout de deux minutes, l'air qui sort de la chaux avec vivacité, fera des efforts terribles pour s'échapper, & ne trouvant point d'issue, il fera perdre à la boîte la forme qu'on lui aura donnée, ou bien il s'ouvrira un passage à l'endroit où la soudure sera plus foible; mais il n'y a aucun accident à craindre ni pour le feu, ni pour soi-même, attendu que les parties de l'étain étant intimément liées entre elles, ne peuvent pas faire explosion comme la terre. Cependant, pour n'être pas obligé de reconstruire à chaque instant de nouvelles boîtes, qui ne laissent pas que d'être dispendieuses, voici la manière de les faire. On leur donnera la forme & la grandeur que l'on jugera à propos suivant l'usage auquel on les destine; mais dans tous les cas, il faut, premièrement, y pratiquer une vis de deux pouces & demi environ de diamètre, par laquelle on introduira la matière; secondement, il faut y adapter une soupape en cuivre de six lignes de diamètre, qui fermera bien hermétiquement au moyen d'un ressort très-foible, semblable à celui de la clef d'une flûte traversière, & qui s'ouvrira en dehors, ayant attention que la charnière soit tournée de côté, & à trois pouces de la vis dont il a été parlé, afin de ne pas se brûler les doigts ».

« Voici l'effet de cette soupape. Lorsqu'il y aura trop d'air dans la boîte, il en pressera les parties de toutes parts afin de s'échapper; & comme la soupape sera la partie qui opposera le moins de résistance, elle s'élevera d'elle-même pour laisser sortir l'excédent, & aussi-tôt elle se refermera au moyen d'un ressort; si un instant après, il y a encore trop d'air, elle s'élevera de nouveau, & se fermera de même, toujours successivement. On peut obtenir le même effet (& cela seroit moins dispendieux) en ajoutant à la boîte un petit tuyau d'un demi-pouce de long & d'une ligne de diamètre intérieur à son orifice; on le laisse débouché tant que l'on voit sortir la fumée, après quoi on le ferme avec une petite cheville; mais cela ne vaut pas une soupape bien faite, parce qu'on peut laisser sortir trop de chaleur, au lieu qu'avec celle-ci, il n'y a jamais que l'excédent qui s'échappe ».

« Il faut pour échauffer ces boîtes un quart de chaux en pierre & un quart d'eau par pinte; conséquemment dans une boîte qui contiendra quatre pintes, on mettra une livre de chaux & une livre d'eau : l'on peut même, si l'on veut, diminuer la quantité d'eau, cela produira le même effet; si on augmentoit la quantité de chaux, on obtiendroit une plus grande chaleur. Il faut commencer par introduire la chaux, ensuite verser l'eau & aussi-tôt fermer la boîte; il est aisé de concevoir que plus on lui donnera d'épaisseur, plus elle conservera long-temps sa chaleur; mais trois lignes sont suffisantes; je ne me suis jamais apperçu que la fumée qui en sort fut nuisible à la santé; cependant si quelqu'un la redoutoit, comme cela ne dure que trois à quatre minutes, il pourroit mettre la boîte pendant cet intervalle hors de son appartement, & la rentrer aussi-tôt aprés ».

M. Carette Sohier, maître en pharmacie à Lille, donne ainsi la construction de sa boîte & la manière d'en faire usage; elle est en fer blanc : en étain elle seroit de plus de durée; à l'extérieur elle a la forme d'une colonne tronquée; le cylin-

dre dans lequel ſe met la chaux eſt fermé par un couvercle; l'autre extrémité ſe place dans la baſe de la colonne qui eſt creuſe, & contient deux pouces d'eau; un ſecond cylindre hermétiquement fermé par le haut vient recouvrir le premier & entre auſſi dans la baſe; par ce moyen, les vapeurs ſortant du premier cylindre, & renfermées par le ſecond, au lieu de ſe répandre dans l'appartement, ſe précipitent au contraire dans la baſe par le vide qui ſe trouve entre eux, de manière à faire bouillonner l'eau qui s'y rencontre; afin de l'échauffer on met aſſez de chaux vive pour remplir la moitié du cylindre dans un réſeau de fil-de-fer; on la plonge dans l'eau, & on la place en même temps dans le cylindre; par ce moyen on évite les vapeurs.

Quant aux uſages de ces boîtes, on a obſervé qu'elles pouvoient être utiles aux perſonnes qui voyagent dans des voitures, aux dames pour s'en ſervir en place de chaufrettes, aux pauvres qui, au moyen de ces boîtes, ne courront plus le riſque d'être étouffés par la vapeur du charbon, aux riches pour échauffer les plats que l'on met ſur leur table, aux malades pour mettre aux pieds de leurs lits, pour échauffer promptement & entretenir un bain, &c. &c.; lorſque la matière n'a plus de chaleur, on en ſubſtitue d'autre ſucceſſivement, & la chaux une fois éteinte, peut encore ſervir aux uſages ordinaires. M. Carette dit avoir employé ces ſortes de boîtes dans ſa ſerre, pour préſerver de la gelée les arbriſſeaux rares qu'il cultive. Mais dom Rozet regarde la choſe comme abſolument impoſſible, parce que de quelque manière qu'on les conſtruiſe, dit-il, elles ne rendent pas plus de chaleur que ſi on les rempliſſoit d'eau bouillante, & ne peuvent échauffer que par le contact immédiat.

Boîte foudroyante. On a imaginé pour détruire les loups, &c., une boîte foudroyante, dont le moteur eſt un rayon du ſoleil. On connoît le méridien horiſontal, qui, à l'aide d'un rouage caché dans le piédeſtal, ſonne midi toutes les fois que le ciel eſt ſans nuage, & lorſque le ſoleil eſt au méridien, parce que ſon méridien eſt armé d'une loupe, qui, brûlant un crin, permet à la détente d'une ſonnerie d'échapper; d'après ce principe on a inventé une *boîte foudroyante* pour détruire les loups & autres animaux carnaciers.

Cette boîte, que l'on ſuſpend perpendiculairement à la tige d'un arbre, renferme un grand piſtolet; à la gachette du piſtolet répond une eſpèce de détente à laquelle on attache un fil de laiton, & ce fil de laiton ſoutient l'appât, qui tombe préciſément vis-à-vis de l'embouchure du canon; pour peu que l'animal tire l'appât ſuſpendu au fil de laiton, il ſe brûle lui-même la cervelle. Ce moyen a été pluſieurs fois éprouvé avec ſuccès. C'eſt à M. Regnier, de Semur, qu'on doit les deux machines dont on vient de parler dans cet article.

BOLOGNE (*Matras de*). *Voyez* MATRAS DE BOLOGNE & LARME BATAVIQUE.

BOLOGNE (*Pierre de*). *Voyez* PIERRE DE BOLOGNE.

BOMBE. C'eſt un gros boulet de fer creux, qu'on remplit de poudre & qu'on jette par le moyen du mortier. La bombe produit trois effets; celui de détruire les édifices par ſon poids, de faire de grands dégâts par ſes éclats, & de mettre le feu aux matières qui peuvent être conſumées; la bombe qui a un certain poids, & que la force de la poudre a chaſſée très-haut dans l'air, retombe enſuite par la force de la gravité, & ſa chûte étant accélérée, ſelon la loi qu'obſervent les corps graves, produit une percuſſion conſidérable ſur les corps qu'elle frappe; lorſque la bombe crêve, ſes éclats qui volent au loin & de tous côtés, cauſent des dommages très-grands; les ravages ſont encore plus grands lorſqu'elle met le feu aux maiſons dont l'incendie peut dans un inſtant ſe communiquer à tout ce qui les environne.

M. Blondel prétend que les premières bombes furent jetées en 1588 au ſiège de Wachtendonck; d'autres ſoutiennent que ce fut environ un ſiècle avant cette époque, l'an 1495, qu'on en jeta à Naples ſous Charles VIII. Mais c'eſt ſeulement au ſiège de La Motte, en 1634, que le premier uſage des bombes a eu lieu en France.

Pour lancer des bombes avec ſuccès, il faut les bien charger & les bien jeter. On la charge en y mettant une quantité ſuffiſante de bonne poudre, en fermant enſuite ſon ouverture avec une forte fuſée, bien maſtiquée latéralement; cette fuſée ſert à communiquer le feu à la poudre renfermée dans la bombe. Pour bien jeter une bombe chargée, il faut réduire en pratique les principes de la baliſtique dont nous avons donné une idée au mot BALISTIQUE, & qui ſe réduiſent à connoître le réſultat de la combinaiſon de la force projectile de la poudre & de la gravité de la bombe. *Voyez* POUDRE.

Dans l'article baliſtique nous avons dit que l'amplitude de la parabole que décrit une bombe, eſt d'autant plus grande que la force projectile eſt conſidérable, & que cette amplitude du jet, à force égale, eſt plus grande lorſque la direction du mortier fait un angle de 45 degrés avec l'horiſon; les angles également éloignés de 45, comme 40 & 50, 35 & 55, 30 & 60, &c., donnent une portée égale; ſi la direction du mortier fait une ſuite d'angles avec la ligne horiſontale qui ſoient depuis I juſqu'à 45, la portée de la bombe augmentera progreſſivement; de même la ſérie des angles depuis 45 juſqu'à 90, préſente une ſuite de jets ou d'amplitudes qui

d'amplitudes qui vont en diminuant proportionnellement.

[Si l'on veut savoir quelles seront les différentes portées de différens coups tirés à différentes élévations, voici comme il faut s'y prendre. Il est démontré que *la portée de différens coups est*, *à charge égale*, *comme le sinus du double des angles d'élévation du mortier.* On fera donc une expérience pour connoître la portée d'un coup à une élévation donnée; ensuite, connoissant cette portée, on aura celle de tel autre coup, à telle élévation qu'on voudra, en faisant cette proportion: *le sinus du double de l'angle de l'élévation connue, est au sinus du double de l'angle de l'élévation proposée, comme la portée connue est à la portée qu'on cherche;* de même, connoissant la portée d'un coup à une élévation donnée, on saura qu'elle élévation il faut donner au mortier, pour avoir telle autre proportion qu'on voudra, en faisant cette proportion : *la portée connue est à la portée proposée, comme le sinus du double de l'angle de l'élévation connue est au sinus du double de l'angle de l'élévation que l'on cherche. Voyez* la *Balistique* du P. MERSENNE, le *Bombardier françois* de BELIDOR, & la *Nouvelle théorie sur le mécanisme de l'artillerie* par M. DULAC. Ce dernier ouvrage traite du jet des bombes selon toutes les inclinaisons].

BOND. Ce mot a rapport à l'action d'un corps en mouvement qui rejaillit à la rencontre d'un corps sur la surface duquel il tombe. *Voyez* ELASTICITÉ, RÉFLEXION.

BOOTES; BOUVIER. C'est le nom d'une constellation de l'hémisphère septentrional. *Archerus* est la plus brillante étoile de cette constellation. (*Voyez* BOUVIER).

BORAX. Le borax est une matière saline, &c. Il n'est point de notre objet, mais de celui du dictionnaire de Chimie, auquel nous renvoyons. Il nous suffit de dire que le borax facilite beaucoup la fonte de tous les métaux, & que la dissolution par l'esprit-de-vin du sel sédatif qu'on extrait du borax, donne une flamme qui est constamment d'une belle couleur verte foncée, telle que la donne le cuivre, lorsqu'il a été dissout par un acide quelconque, & qu'on en combine sa dissolution avec de l'esprit-de-vin.

BORÉAL. On donne cette épithète à tout ce qui a rapport au nord ou septentrion d'où vient le vent borée. On appelle pole boréal celui qui est au nord; signes boréaux ou septentrionaux ceux qui sont dans l'hémisphère septentrional; hémisphère boréal, celui qui se trouve entre l'équateur & le pole nord; latitude boréale, celle d'un lieu situé dans l'hémisphère boréal.

BORÉAL (*Hémisphère*). *Voyez* HÉMISPHÈRE BORÉAL).

BORÉAL (*Triangle*). (*Voyez* TRIANGLE BORÉAL).

BORÉALE (*Aurore*). (*Voyez* AURORE BORÉALE).

BORÉALE (*Couronne*). (*Voyez* COURONNE BORÉALE).

BORÉE. Le vent borée est celui qui vient du nord, ou septentrion.

BORELLI (*Jean-Alphonse*). On sait peu de choses sur la vie de ce savant; son histoire est dans ses ouvrages. Son traité *de motu animalium* est plein de recherches. Un grand nombre de figures sont destinées à faciliter l'intelligence de ce qu'il établit sur les mouvemens des principaux genres d'animaux; de l'homme, des quadrupèdes, des oiseaux, des poissons, des reptiles, &c. On voit, en le lisant, que ce savant connoissoit bien les principes de la Géométrie & de la Mécanique. Il n'est pas possible de présenter ici un précis de cet ouvrage intéressant, qui forme un gros volume in-4°.; nous nous contentons de renvoyer nos lecteurs à ce traité, dont la lecture leur fera sûrement le même plaisir qu'à nous. Borelli est encore l'auteur d'un traité sur la force de percussion (*de motu percussionnis*), qui contient des observations curieuses. Borelli, né à Naples, fut professeur de Philosophie & de Mathématique à Florence & à Pise; il y enseigna avec beaucoup d'éclat : c'est en *1679* qu'arriva sa mort.

Quelques-uns lui ont donné le nom de Borel. Mais il ne faut pas le confondre avec Borel, médecin, natif de Castres, qui fut associé de l'académie des Sciences pour la Chimie, & qui mourut en 1678. On a de ce dernier, 1°. *de vero telescopii inventore*; 2°. *trésors des recherches & des antiquités gauloises.*

BORNOYER. [C'est regarder avec un œil en fermant l'autre pour mieux juger de l'alignement, ou connoître si une surface est plane, ou de combien elle est gauche].

BOSCOVICH. Le père Boscovich, physicien distingué, profond géomètre, & littérateur estimable, avantageusement connu dans toute l'Europe, naquit à Raguse, le 18 mai 1711, de parens honnêtes. Dès son enfance il donna des marques les plus certaines d'un génie supérieur; il se montra doué d'une excellente mémoire, à laquelle il joignit une grande pénétration, une justesse & une activité d'esprit admirable. Après avoir fait ses premières études au collége de Raguse, il partit pour

Rome, & à quatorze ans fut agrégé dans la société des jésuites. Il fit les progrès les plus rapides dans tous les genres d'application; mais son génie se décida pour les Mathématiques qu'il enseigna publiquement au collége romain, en 1740, après avoir toutefois donné des leçons de Littérature & de Théologie.

La multiplicité de ses ouvrages est presque incroyable; il n'est point de parties de Physique & de Mathématiques sur lesquelles il n'ait exercé sa plume. Les taches du soleil, le passage de mercure sur le disque du soleil, la construction géométrique de la trigonométrie sphérique, les aurores boréales, un nouvel usage du télescope pour la détermination des objets célestes, la figure de la terre, les argumens des anciens pour appuyer sa rotondité, les cercles appelés *osculatoires*, le mouvement des corps lancés dans un espace non-résistant, la nature & l'usage des quantités infinies, des infiniment petits, l'inégalité de pesanteur en divers lieux de la terre, les aberrations des étoiles fixes, les bornes de la certitude auxquelles peuvent parvenir les observations astronomiques, une discussion sur toute l'astronomie, le mouvement d'un corps attiré par certaines forces vers un centre immobile dans des espaces non résistant, un problême mécanique sur le solide de la plus grande attraction, l'observation des phases dans les éclipses lunaires, la cycloïde, la logistique & certaines autres courbes, les forces vives, les comètes, les marées, la lumière, les tourbillons, la démonstration & l'explication d'un passage de Newton sur les iris, la démonstration d'une méthode d'Euler touchant le calcul des fractions, la détermination de l'orbite d'une planète au moyen de la catoptrique, étant données certaines conditions du mouvement, le centre de gravité & le centre de grandeur, l'atmosphère de la lune, la loi de continuité, & tout ce qui s'ensuit pour les élémens de la matière & pour leurs forces; la loi des forces existant en nature, les lentilles & les télescopes dioptriques, les perturbations que semblent occasionner mutuellement Jupiter & Saturne, maximes sur le temps de leur conjonction; la divisibilité de la matière & les principes des corps; le micromètre objectif, & plusieurs autres de ce genre, sont les sujets d'autant de précieux ouvrages de Boscovich, qui ont été ou imprimés séparément, ou insérés dans les mémoires de différentes académies dont il étoit membre, ou publiés dans divers journaux littéraires.

Il trouva de nouvelles expositions des sections coniques, de nouveaux usages des lignes courbes, de nouvelles méthodes pour observer les astres, de nouveaux appareils d'instrumens astronomiques. Ce fut lui qui le premier résolut le problême de la rotation du soleil; il fit voir quelques erreurs dans lesquelles étoient tombé Antonio de Dominis, Kepler, & Newton même; il perfectionna la théorie des lunettes d'approche acromatiques, & expliqua le premier quelques phénomènes relatifs à cette partie de l'optique plus difficile & moins connue. Un des ouvrages dont il parloit avec plus de complaisance, est la théorie de la philosophie naturelle réduite à une loi unique des forces existantes en nature. On fit de cet ouvrage un grand nombre d'éditions, & il reçut dans toute l'Europe le plus grand accueil; en partant de principes clairs, il parvint, par une chaîne non interrompue de conclusions légitimes, à une loi unique, simple, continue des forces existant en nature, laquelle, en l'appliquant où il est nécessaire, admet la constitution des élémens de la matière, les lois de la mécanique, les propriétés générales de la matière même, les principales différences des corps. Cette doctrine exposée, le père Boscovich en fit les applications les plus étendues & les plus détaillées à diverses branches des mathématiques mixtes & de la philosophie. Le centre de gravité, l'égalité de l'action & de la réaction, les réflexions & les réfractions du mouvement, le centre de l'équilibre, le centre d'oscillation, le centre de percussion, la pression des fluides, la vélocité d'un fluide qui passe par une embouchure, la cohésion, la viscosité, l'élasticité, la ductilité, les opérations chimiques, la lumière, la saveur, l'odeur, le son, le toucher, le froid, le chaud, l'électricité, le magnétisme, & tant d'autres objets mathématiques & physiques furent expliqués par ce savant, selon les principes de sa théorie, d'une manière satisfaisante. Il n'étendit pas seulement sa théorie à la Mécanique, à la Physique, à la Chimie, à la doctrine de l'espace & du temps, mais il parvint à en faire des applications à la Psycologie, à la Théologie naturelle, à la création, à la providence, car il étoit aussi grand métaphysicien. Cet ouvrage a pour titre: *Théorie de la philosophie naturelle réduite à une seule loi des forces qui existent dans la nature.* Dans la troisième partie de cet ouvrage, écrivoit-il quelques années avant sa mort à M. l'abbé Bertholon, j'ai donné l'application de ma théorie aux propriétés générales des corps & à un grand nombre de propriétés particulières; & en supposant les lois de l'électricité découvertes par les modernes, j'en donne l'explication, tirée de la combinaison de mes points, qui, quoiqu'assujettis tous à la même loi des forces, forment des particules douées de propriétés différentes, capables d'expliquer la plus grande partie des propriétés connues des différens corps.

En 1750, sous le pontificat de Benoît XIV, il reçut des ordres pour la mesure des degrés de la terre en Italie; il s'en occupa avec le P. Maire, & le résultat de ce grand travail forma un volume in-4°., qui fut traduit en françois en 1770, & qui va de pair avec les grands ouvrages de Bouguer, de Clairaut, de Maupertuis, de La Con-

damine, &c., ſur la figure de la terre, puiſqu'on y trouve des recherches de théorie dignes d'un profond géomètre.

Les meſures du degré, faites en Autriche, en Piémont, & même celles d'Amérique, exécutée par les anglois, furent entrepriſes à la ſolicitation & par le crédit qu'il avoit auprès des ſouverains & des gens en place; ce fut lui qui obtint également la reſtauration de la grande méridienne de Florence, qui a 227 pieds de hauteur, dont le P. Ximenès a publié la deſcription, & qui a ſervi à déterminer la variation de l'obliquité de l'écliptique.

Benoît XIV, ce pape ſi inſtruit & ſi ami des ſavans, le chériſſoit & le conſulta ſur les endommagemens trouvés dans la coupole de Saint-Pierre, & pour réduire à une juſte hauteur quelques ports de l'Adriatique & de la mer de Toſcane. On a divers écrits de lui ſur la méthode des digues hydrodinamiques qui empêchent les dégâts des fleuves & en détournent le courant; ſur les endommagemens du Tibre à Porto-Felice, ſur le projet de changer la navigation de Rome, de Fiumicino à Maccarèſe, ſur deux torrens du Perrugin, ſur les opérations du Panaro, ſur le Tidone de Plaiſance, ſur l'embouchure de l'Adige en mer, ſur des opérations du Pô, ſur quelques autres d'Ancone, ſur la rive de Capo-di-Monte, ſur les ports de Rimini, de Magnavacca, de Savone, & ſur d'autres. Ces écrits ont preſque tous été connus du public. Clément XIII l'avoit déjà chargé de viſiter les marais Pontins, pour le deſſéchement deſquels il fit alors un écrit.

Dans une conteſtation qui s'éleva entre les Florentins & les Luquois, au ſujet des eaux, il fut choiſi pour médiateur. De là il paſſa en Angleterre, y reçut les marques d'eſtime les plus diſtinguées, & devint médiateur chez cette nation pour l'avantage de Raguſe ſa patrie. Il fut enſuite deſtiné à ſe porter dans l'Amérique ſeptentrionale; le roi de Portugal, Jean V, l'envoya au Bréſil pour tracer la carte d'une partie du pays; il alla à Conſtantinople pour obſerver le paſſage de Vénus ſous le diſque du ſoleil. L'univerſité de Pavie le demanda, en 1763, pour profeſſeur, & il y enſeigna pendant ſix ans. Il fut enſuite placé ſur un grand théâtre, à Milan, où il profeſſa pendant trois ans l'Aſtronomie & l'Optique aux écoles palatines; il s'occupa enſuite de l'obſervatoire royal de Brera, & le rendit un des plus célèbres.

En 1773, lors de la ſuppreſſion des jéſuites en Italie, des perſonnes de conſidération l'engagèrent à venir à Paris, & lui procurèrent le titre de directeur de l'Optique de la marine, avec une penſion de 8000 livres ſur la marine & les affaires étrangères, & il obtint des lettres de naturalité. Ce fut pour lui une occaſion d'étendre ſes recherches vers la partie la plus neuve, la plus difficile & la moins avancée, la théorie des lunettes acromatiques; elle occupe un tiers des cinq volumes in-4°. qu'il a publiés en 1785; on y trouve des choſes très-belles & très-neuves; il eſt le premier, par exemple, qui ait fait voir pourquoi l'aberration des couleurs dans les lunettes eſt un obſtacle bien moindre que l'aberration dans la figure ſphérique pour la perfection des lunettes, & qui ait montré que les rayons colorés ne peuvent être tous réunis par deux verres de différente eſpèce. Sa méthode pour calculer les comètes eſt une des plus élégantes & des plus ingénieuſes. Enfin, dans tous les problêmes qu'il a traités, on voit briller le génie le plus rare pour la Géométrie.

Le P. Boſcovich s'étoit auſſi montré antiquaire; il avoit écrit ſur une ancienne ville, découverte de ſon temps du côté de Tuſculum, & ſur l'obéliſque de Céſar-Auguſte. Mais ſa paſſion étoit ſurtout pour la poéſie. Son poëme latin ſur les éclipſes du ſoleil & de la lune eſt auſſi remarquable par la beauté du ſtyle que par l'adreſſe incroyable avec laquelle il a rendu en vers harmonieux les choſes les plus difficiles de théorie & de calcul.

Avec des talens auſſi variés le père Boſcovich devoit être & étoit en effet fort aimable en ſociété à laquelle il ſe livroit volontiers. On remarquoit bientôt dans ſa converſation une abondance d'images & de traits puiſés dans ce que l'hiſtoire a de plus important, ce que l'éloquence a de plus fort, & ce que la poéſie a de plus agréable. On connoît ce fameux diſtique ſur la pompe à feu qu'il fit en converſation.

Irarum oblitæ, flamma hic conſpirat & unda,
Civibus optatas ipſe dat ignis aquas.

Son mérite n'empêcha pas qu'il n'éprouvât, de la part de quelques ſavans, des déſagrémens auxquels il fut trop ſenſible; cela le détermina même à quitter Paris en 1783, pour aller faire imprimer ſes ouvrages en Italie, & de là il ſe retira à Milan; l'empereur venoit de lui confier l'inſpection d'une meſure du degré qu'il avoit ordonnée en Lombardie & d'une carte qu'on y devoit lever. Le père Boſcovich préparoit l'impreſſion de ſes commentaires ſur les deux derniers volumes du poëme aſtronomique de M. Stay, qui traitent de la lumière & des élémens des corps, & des queſtions fameuſes que Newton a miſes à la fin de ſon optique.

Quelque temps avant ſa mort il tomba dans une profonde triſteſſe, au point de repouſſer toute eſpèce de conſolations. Son eſprit s'affoiblit, ſon impatience s'échauffa, ſes idées ſe dérangèrent, de

sorte que, par une dégradation successive, il passa par tous les degrés de l'imbécillité, durant le cours de cinq mois, au terme desquels un dépôt qu'il avoit dans le cœur étant venu tout à coup à crever, il cessa de vivre le 30 février 1787, à l'âge d'environ 76 ans, & termina une des plus brillantes carrières qu'il soit possible de fournir.

BOSSU, se disoit anciennement de la partie éclairée de la lune qui paroît plus élevée que la partie obscure, quand cet astre est avant & après son plein : *luna gibbosa*.

BOTAL. *Trou botal.* On donne ce nom au trou oval qui est entre les deux oreillettes du cœur. C'est Botal, médecin de Charles IX, qui l'a découvert. *Voyez* ce qui en a été dit à l'article AIR; *air relativement à l'économie animale*. N°. XII.

BOUFFÉE. Espèce de secousse qu'on observe dans des jets de liqueurs, lorsque l'air y est engorgé.

BOUGEANT. Le P. Bougeant est un physicien estimable, à qui on doit l'*Amusement philosophique sur le langage des bêtes*, & un recueil d'observations sur la Physique. Nous ne parlons point ici de ses ouvrages politiques & théologiques. L'objet de son amusement philosophique étoit de prouver que les bêtes n'étoient pas des machines comme Descartes l'avoit soutenu; qu'elles avoient de la connoissance, conséquemment une ame spirituelle; que ce principe, qui n'étoit aucunement matériel, ni d'une nature moyenne entre l'esprit & le corps, n'étoit pas une substance spirituelle inférieure, quant à son intelligence, à celle de l'homme, mais qu'elle étoit au contraire d'un ordre supérieur; que les corps des bêtes étoient animés par les démons, quelques-uns de ceux qui, moins coupables que les autres, n'étoient pas encore dévoués aux flammes vengeresses.

Dans cette hypothèse, il explique facilement comment les bêtes ont tant d'esprit & d'intelligence; sans les organes grossiers qui les enchaînent, elles en déploiroient bien davantage. Après la mort l'ame des bêtes passe d'un corps dans un autre, comme Pythagore le soutenoit pour l'ame des hommes; c'est une autre sorte de métempsicose.

Les bêtes ayant de la connoissance ne peuvent manquer d'avoir entre elles un langage, toujours nécessaire pour se communiquer ce qui a rapport à leurs besoins, c'est-à-dire, à leur conservation. Les grandes sociétés d'animaux, telles que celles des castors, l'exigent nécessairement; sans cela nul accord, nul concert dans le travail : tous feroient le même ouvrage; les petites sociétés d'animaux, celles qui tendent à la reproduction de chaqu espèce, ne sauroient se conserver sans le langage. Comment, sans une communication d'idées, construire un nid, ou pourvoir aux besoins journaliers de la petite famille?... Leur langage est borné à l'objet de leur conservation; & pour l'entendre, il n'y a qu'à se placer dans les mêmes circonstances où se trouvent les bêtes, soit par rapport à nous, soit relativement à elles; elles disent ce que leurs besoins, leurs désirs & la nature des choses, & le concours des différentes circonstances leur prescrivent.

Le père Bougeant a répandu l'esprit, l'agrément, la gaîté & tous les charmes possibles dans cette ingénieuse & agréable bagatelle, dont nous conseillons la lecture. On y verra que l'auteur étoit très-instruit en physique, & qu'il procède avec ordre & clarté dans cette discussion, sur laquelle nous ne nous étendrons pas, parce qu'elle nous jetteroit dans des questions de métaphysique.

On fit un crime au père Bougeant d'avoir fait un amusement philosophique; on cria au scandale, à l'impiété, & on le força à se rétracter. Ce jésuite étoit né à Quimper le 4 novembre 1690; il entra dans l'ordre en 1706; il professa à Caen & à Nevers les humanités, vint ensuite au collége de Louis-le-Grand à Paris, & n'en sortit que dans son court exil à la Flèche, occasionné par l'ouvrage dont nous venons de parler; il fut autant recherché par l'enjouement de son caractère que par ses talens. Il mourut à Paris, le 7 janvier 1743.

BOUGIE PHILOSOPHIQUE. On donne en physique ce nom à la flamme du gaz inflammable allumé, qu'on fait sortir par un ajutage en comprimant successivement une vessie pleine de ce gaz (*gaz hydrogène* de la nouvelle nomenclature). Si on met un peu d'éther dans la vessie, où est le gaz inflammable tiré de l'acide vitriolique, la flamme dure plus long-temps, mais la couleur est un peu différente. La *figure* 171 montre l'appareil par le moyen duquel on produit l'expérience de la bougie philosophique. V est la vessie, R le robinet qu'on ouvre pour faire l'expérience, & qu'on referme ensuite quand on désire de la suspendre, & conserver le gaz inflammable; A est l'ajutage par l'orifice duquel sort ce gaz lorsqu'on présente une lumière; si on y met une petite boule percée, une étincelle électrique qu'on en tireroit au conducteur de la machine électrique l'allumeroit.

Un autre appareil bien simple est celui d'un ajutage avec une boule armée d'un robinet & une vessie comme dans la figure précédente.

On met dans la boule une éponge bien imbibée d'éther, & ensuite un peu d'éther dans la vessie. Après on la remplit d'air de l'atmosphère ou d'air même des poumons, & on fait l'expérience comme

ci-dessus en présentant la pointe de l'ajutage à une lumière, & en pressant successivement la vessie. (*Voyez* CHANDELLE PHILOSOPHIQUE).

Lorsqu'on veut remplir une vessie de gaz inflammable, il faut l'adapter à un récipient tubulé portant un robinet avec une vis, à laquelle s'adapte le robinet de la vessie, ainsi qu'on l'expliquera à l'article GAZ.

On observera que les vessies sont très-sujettes à recevoir & à transmettre insensiblement les fluides aériformes par leurs pores, principalement le gaz inflammable; de sorte qu'il pourroit y avoir du danger si on tardoit à exprimer une vessie ainsi chargée; ce danger seroit celui de la détonnation à cause du mélange de l'air atmosphérique avec le gaz inflammable; si on tarde encore davantage, tout le gaz inflammable se seroit dissipé, & il n'y auroit aucune inflammation, à moins qu'on ne mouillât les vessies avec l'eau, ou qu'on ne les couvrît d'une couche d'huile ou d'un vernis convenable.

BOUGIES PHOSPHORIQUES. On donne ce nom à de petites bougies de cire, garnies à une de leurs extrémités de phosphore, & renfermées ensuite dans un petit tube de verre qu'on ferme hermétiquement par les deux bouts. Lorsqu'on brise ce tube par une de ses extrémités, & qu'on en retire la bougie, elle s'allume d'elle-même, ce qui est très-utile pour le besoin.

M. Louis Peyla, de Turin, prétend qu'en 1779 il trouva cette application du phosphore, ainsi qu'il le dit dans un mémoire imprimé vers le mois d'octobre 1782. On prend des tubes de verre de cinq pouces de longueur environ, de deux lignes de largeur & d'un quart de ligne d'épaisseur. On en scelle une extrémité avec un chalumeau ou à la lampe de l'émailleur; l'on aura de petites bougies de cire pure, & un peu plus longues que les tuyaux de verre dont on voudra se servir. Leur grosseur sera proportionnée à la longueur du tube, qu'on puisse les introduire & les y faire tourner aisément. Elles seront faites avec trois fils doubles de coton filé un peu finement. Le bout de la mèche sera d'un demi-pouce de longueur, & ne doit point être recouvert de cire.

On mettra dans une soucoupe, qu'on remplira d'eau, une lame de plomb sur laquelle on coupera, avec un couteau bien affilé, le phosphore qu'on réduira en petits morceaux, de la grosseur d'un grain de millet. Chaque grain de phosphore sera pris avec des pincettes, & mis sur du papier brouillard plié en quatre, avec lequel on l'essuiera bien. Après avoir essuyé les pincettes on prendra, sans perdre de temps, le phosphore, & on l'introduira dans le tube de verre, & si par hasard il restoit attaché au milieu, on le fera aller au fond avec un fil d'archal; ensuite on mettra environ la quatorzième partie d'un grain de soufre bien sec & bien pulvérisé, c'est-à-dire, la moitié du pois du grain de phosphore. Une très-petite quantité suffit; s'il y en avoit un peu trop, il ne se mêleroit pas entièrement avec le phosphore, & feroit un mauvais effet. Il est très-nécessaire, car il lui donne de la promptitude à s'allumer, & étant en aussi petite quantité, il ne fait point sentir de mauvaise odeur.

On prendra une bougie, & on trempera l'extrémité de la mèche dans de l'huile de cire bien claire & parfaite, laquelle, par sa grande fluidité, montera dans un instant sur toute la longueur de la mèche (qui n'est point recouverte de cire); celle-ci en absorbera plus de ce qu'il en faudra; mais on l'essuiera un peu avec un linge fin, car s'il y en avoit trop, elle noyeroit le feu du phosphore. Après cette opération on introduira la mèche dans le tube, en tournant la bougie toujours entre les doigts, afin qu'elle puisse arriver plus aisément au fond.

Il faut ensuite avoir dans une tasse de l'eau presque bouillante, dans laquelle on fera entrer le fond du tube, ayant attention qu'il y plonge à la profondeur de trois lignes seulement, pendant trois ou quatre secondes. Cette chaleur servira pour faire liquefier le phosphore & le soufre. Il ne faut pas l'y laisser davantage, parce que trois secondes de plus suffisent pour faire presque calciner le phosphore, & lui ôter par conséquent beaucoup de sa propriété à s'enflammer à l'air libre.

La bougie étant au fond du tube, on la tournera & retournera en tout sens, afin que la mèche puisse bien s'imbiber du phosphore & du soufre; on la retirera ensuite à la hauteur d'un pouce; on la coupera avec des ciseaux, & on la repoussera au fond avec un fil d'archal.

On préparera de cette façon une douzaine de ces tubes, & on les scellera ensuite hermétiquement avec le chalumeau, les uns après les autres, de la même manière que l'on scelle les thermomètres. Si on préparoit à la fois plus d'une douzaine de ces tubes, le phosphore communiquant trop long-temps, avec l'air atmosphérique, perdroit beaucoup de sa propriété de s'enflammer promptement, lorsqu'on tireroit la bougie du tube. Les tuyaux ayant été scellés hermétiquement, on les limera légèrement & circulairement au milieu avec une pierre à fusil ou mieux encore avec une petite lime ronde bien dure.

L'usage de ces bougies est facile. Lorsqu'on veut s'en servir, on rompt le tube à l'endroit marqué; on jette le morceau supérieur qui a le bout plus pointu, & l'on tourne & retourne plusieurs fois la bougie entre les doigts, en faisant attention de faire toujours toucher le fond du tube à la mêche, afin qu'elle puisse toujours s'imprégner de tout le phosphore & de tout le soufre. On la tire hors du tube environ un pouce; on la repousse cinq à six fois au fond pour occasionner un plus grand frottement; on la tire ensuite totalement & avec promptitude, en ayant soin de tenir la mêche penchée du côté de la terre.

Si l'air est sec & chaud, la bougie s'enflammera tout de suite; s'il est au contraire froid ou beaucoup humide, elle fera d'abord un peu de fumée, & tardera quelques secondes à s'allumer, mais dans les grands froids elle aura encore beaucoup plus de difficulté à donner une prompte flamme.

Pendant que la flamme sort de la mêche, on fera tourner la bougie entre les doigts; & aussi-tôt qu'elle s'y sera bien attachée, on la tournera en haut, & on la tiendra un peu horisontalement jusqu'à ce qu'elle soit presque toute consumée.

Dans le commencement de l'inflammation, le moindre courant d'air, ou la respiration de la personne qui a retiré la bougie du tube, ou qui y est présente, peut faire éteindre la flamme, qui est très-foible dans ce moment, parce que la force du phosphore s'est évanouie avec la flamme dans un instant; alors la bougie ne pourroit plus s'allumer. Ainsi il ne faut point respirer dans le moment qu'on voit paroître un peu de flamme, & la défendre du courant d'air avec un chapeau ou autrement.

L'extrémité du tube qui contient la mêche phosphorisée doit être obtuse & non pas pointue, afin que les fils de la mêche puissent bien s'imprégner du phosphore.

L'effet de ces bougies est beaucoup plus prompt, si au lieu de s'en servir tout de suite après les avoir finies, l'on attend trois ou quatre jours. Ces bougies étant allumées, on communique la flamme à des bougies ordinaires.

On doit prendre garde de se brûler avec le phosphore, car il brûle dans un instant jusqu'à l'os. Le remède dans ces cas est de mouiller plusieurs fois la partie avec du linge imbibé d'urine.

L'huile de cire, dont on a parlé plus haut, s'obtient, en distillant plusieurs fois avec de la chaux, le beurre de cire; dans les distillations de la cire, de cinq parties environ, quatre se convertissent en eau & une en huile.

On a soin de marquer avec un petit papier collé le bout du tube qu'il faut casser, afin de le reconnoître dans l'obscurité. Tel est le procédé que pratique M. Peyla.

M. le comte de Challant publia à Turin une petite brochure sur ce sujet. Voici le procédé. Prenez deux tiers de benjoin & un tiers de soufre en bille; réduisez-les en poudre très-fine, introduisez-les dans un tube soudé à l'une de ses extrémités, ajoutez un douzième de grain de phosphore, & faites fondre le tout à une chaleur de douze à quinze degrés; mêlez exactement les matières avec un fil de laiton, lorsqu'elles auront pris une couleur rousse jaunâtre; faites entrer une bougie dont la mêche aura été imbibée d'essence de canelle très-pure; roulez-là dans le tube, jusqu'à ce qu'elle soit bien imprégnée de la composition phosphorique, au point de voir le fond très-net; soudez l'autre extrémité de ce tube, & la bougie sera achevée.

On sait que le phosphore s'allume spontanément dans l'air, voilà pourquoi on le conserve toujours dans l'eau. Il n'est donc pas étonnant qu'une bougie, préparée comme on vient de le dire, étant renfermée dans un petit tube où il n'y a presque point d'air, où la circulation libre de l'air ne peut avoir lieu, puisque les deux extrémités en sont fermées hérmétiquement, il n'est donc pas étonnant que cette bougie ne brûle pas dans le tube, & qu'elle ne s'enflamme que lorsqu'elle passera dans l'air libre. Car toute combustion exige de l'air vital en quantité sensible, & n'est qu'une décomposition de ce gaz par des substances qui s'approprient son oxigène, lequel se sépare alors en grande partie du calorique qui le tenoit en dissolution. Selon quelques modernes, la combustion subite des bougies phosphoriques, comme celle du gaz hydrogène phosphoré, lorsqu'on les expose à l'air, est due au gaz phosphoreux qui existe dans ces dernières circonstances.

BOUGUER (*Pierre*). M. Bouguer fut de bonne heure formé dans l'étude des Sciences par son père. Les premiers objets qui s'offrirent à ses regards furent des instrumens d'Astronomie & d'Hydrographie; la langue des sciences devint presque sa langue maternelle, & les premiers amusemens de son enfance furent des instructions, circonstance qui ne contribua pas peu, selon la remarque de M. de Fouchi, à développer de bonne heure les talens qu'il avoit pour les hautes sciences; aussi étoit-il bon Mathématicien, longtemps avant que d'être sorti de l'enfance, & étant au collége il enseigna les Elémens de Mathématiques à son régent de cinquième. A l'âge de quinze ans il succéda à son père, que la mort venoit d'enlever, dans la place de professeur royal

d'Hydrographie, & il remplit parfaitement l'attente que le public avoit de ses talens prématurées.

A l'âge de 29 ans il remporta le prix de l'Académie des Sciences sur la meilleure manière de mâter les vaisseaux. On y reconnut ce génie inventeur qui peut seul procurer l'avancement des Sciences, & le bien de la société. En 1729, M. Bouguer remporta le prix sur la meilleure manière d'observer en mer la hauteur des astres, & en 1731 celui sur la méthode la plus avantageuse d'observer en mer la déclinaison de l'aiguille aimantée.

Son *Essai d'optique sur la gradation de la lumière*, parut en 1729. Ce traité est d'un genre absolument neuf. On avoit bien examiné tout ce qui concerne la direction, la réflexion, ou la réfraction de ses rayons; mais presque personne ne s'étoit avisé d'examiner son intensité, & de mesurer combien elle s'affoiblissoit en traversant les différens milieux diaphanes. Un mémoire de M. de Mairan, lu à l'Académie en 1721, fut l'occasion de cet ouvrage. Un des objets de ce mémoire étoit de déterminer ce que la lumière du soleil perdoit de son intensité, en traversant l'atmosphère, & M. de Mairan proposoit un moyen pour résoudre ce problême, en mesurant la lumière de cet astre au solstice d'hiver & au solstice d'été. M. Bouguer n'entreprit d'abord que de faire avec soin l'observation demandée par M. de Mairan; mais frappé de l'utilité dont une pareille recherche pouvoit être susceptible, il généralisa ses idées, & entreprit de faire des observations suivies sur la gradation de la lumière; il prit pour terme de comparaison une ou plusieurs bougies, toujours constamment de même grosseur, dont il égaloit la lumière à celle, par exemple, de la lune à différentes hauteurs, en les approchant plus ou moins du plan destiné à les recevoir; il compara de même la lumière du soleil, affoiblie par des verres concaves ou par différens milieux dont l'épaisseur lui étoit connue, à la lumière de ces mêmes bougies. Ce sont ces expériences & les résultats qu'il en a tiré qui composent cet ouvrage.

Peu d'années après avoir été reçu à l'Académie des sciences, il fut choisi pour le voyage à l'équateur. Personne n'ignore les voyages que l'Académie a entrepris à l'équateur & au cercle polaire, pour déterminer la mesure des degrés & la véritable figure de la terre. M. Bouguer s'embarqua à la Rochelle le 16 mai 1735, avec MM. Godin, de la Condamine, & de Jussieu le cadet, de cette Académie, sur un vaisseau du roi destiné pour S. Domingue, & arriva à Quito un an après. On connoît le succès de ce voyage, & la grande part que M. Bouguer y a eu. On exposera seulement ici ce que M. Bouguer a plus particulièrement observé, & qui lui appartient plus que le reste.

On peut mettre de ce nombre ses épreuves sur l'allongement & le raccourcissement des métaux & des autres corps, causés par l'alternative du chaud & du froid, & qu'il avoit eu la facilité de faire aisément dans les montagnes de la Cordelière, où ces deux extrêmes se touchent, pour ainsi dire, immédiatement; ses observations sur les réfractions que l'extrême hauteur des montagnes où il étoit lui a permis de déduire de l'observation même, & le singulier phénomène de l'augmentation subite de la réfraction, lorsque l'astre se peut observer au-dessous de la ligne du niveau; les lois de la densité de l'air à différentes hauteurs, tirées de même des observations faites en différens points de ces énormes montagnes; sa méthode pour évaluer les erreurs que peuvent connoître les pilotes dans l'estime de la route, par le moyen de laquelle le plus ou le moins de probabilité se trouve exprimé par un solide donné & déterminé par la section de ce solide; une nouvelle construction de Lock pour mesurer le sillage ou le chemin des vaisseaux, & qui est exempte de presque tous les défauts qu'on reprochoit à ces instrumens, &c.; il a inventé l'héliomètre; c'est une lunette à deux objectifs, qui donne la facilité de mesurer le diamètre des grandes planètes avec tant de facilité & d'exactitude; il a fait des recherches sur la figure que paroissent prendre deux lignes ou deux longues rangées d'arbres parallèles; des expériences sur la fameuse réciprocation du pendule; & d'autres sur la manière de mesurer la force de la lumière.

En 1752, M. Bouguer donna son traité de navigation, dans lequel il refondit celui de son père; il publia en 1756 son traité du navire, de sa construction, & de ses mouvemens, & l'année suivante il donna un traité de la manœuvre des vaisseaux. Il étoit né le 10 février 1698, & mourut le 15 août 1758, âgé de 60 ans & six mois.

[BOUILLIR (*action de*). C'est l'agitation d'un fluide, occasionnée par le feu: voici comment s'opère cette agitation, selon la plupart des physiciens, dit d'Alembert. Les plus petites particules de la matière dont le feu est composé étant détachées les unes des autres, & poussées en tourbillon avec une grande vîtesse, passent à travers les pores du vaisseau, & se mêlent avec la liqueur qui y est contenue; par la résistance qu'elles y trouvent, leur mouvement est détruit, ou du moins communiqué en grande partie au fluide qui est en repos: de là vient la première agitation intestine. Par l'action continuée de la première cause, l'effet est augmenté, & le mouvement du fluide devient continuellement plus violent; de sorte que le fluide

est par degré plus sensiblement agité. Alors les nouvelles particules du feu venant à frapper sur celles de la surface inférieure du fluide, non-seulement les poussent en haut, mais même les rendent plus légeres qu'auparavant; ce qui les détermine à monter : elles les rende plus légères, soit en les enflant en petites vésicules, soit en brisant & en séparant les petites particules de fluide; & c'est ce qui cause un flux continuel du fluide du fond du vaisseau, vers le haut, & du haut au fond; c'est-à-dire, que par-là le fluide de la surface, & celui qui est au fond du vase, changent de place; & c'est pour cela que le fluide de la surface est plutôt chaud que celui du fond. M. Homberg dit dans les mémoires de l'académie, que si on ôte du feu une chaudière bouillante, & qu'on applique la main dans l'instant sous la chaudière, on ne se brûlera pas; la raison qu'il en donne est que les particules ignées qui passent par la partie inférieure de la chaudière ne s'y arrêtent pas, & vont gagner la surface de l'eau.

Un feu excessif diminue la pesanteur spécifique de l'eau, de sorte qu'il la peut faire monter sous la forme d'air : de là vient la vapeur & la fumée; cependant l'air renfermé dans les interstices de l'eau, doit être regardée comme la principale cause de cet effet, parce que l'air étant dilaté & ayant acquis de nouvelles forces par l'action du feu, brise sa prison & monte à travers l'eau dans l'air, emportant avec lui quelques-unes des bulles d'eau qui lui sont adhérentes.

Les particules d'air qui sont dans les différens interstices du fluide étant ainsi dilatées & se portant en haut, se rencontrent & s'accrochent dans leur passage; par ce moyen une grande quantité d'eau est soulevée & retombe rapidement, & l'air s'élève & sort de l'eau; car quoique l'air après l'union de ses parties puisse soutenir une grande quantité d'eau par son élasticité, pendant qu'il est dans l'eau, il ne peut plus cependant la porter avec lui dans l'atmosphére, parce que quand une fois il est dégagé de la surface de l'eau qui est dans le vaisseau, il se détend de lui même; & ainsi sa force devient égale à celle de l'air refroidi. Ajoutez à cela que la force de l'air pour enlever l'eau est diminuée par la force avec laquelle les particules de l'eau tendent à se réunir aux particules d'eau semblables qui les attirent plus fortement, & qui les forcent de rester sur la surface de l'eau; de sorte qu'il ne s'échappe presque point de particules d'eau avec l'air, que celles qui y sont immédiatement adhérentes, quoique l'air fasse effort pour en enlever une plus grande quantité; & de là vient le principal phénomène de l'ébullition; savoir, la fluctuation de la surface de l'eau. L'eau tiède ou froide semble bouillir dans la machine pneumatique, quand l'air en est pompé : la raison de cet effet est facile à comprendre, car la pression de l'atmosphère n'agissant plus sur la surface de l'eau, l'air renfermé dans ces interstices se dilate avec assez de force, pour soulever l'eau & se dégager par lui-même. Quand l'ébullition de l'eau cesse, on peut la faire recommencer en y versant de l'eau froide, & quand l'ébullition est très-grande, on peut la faire diminuer en y versant de l'eau chaude; car, en versant de l'eau froide, on ajoute de nouvel air qui n'est point encore dilaté ni dégagé, & en versant de l'eau chaude, on ajoute de l'air qui est déjà dilaté, & qui doit faire beaucoup moins d'effort].

On peut donner une explication plus simple de la cause qui fait bouillir l'eau & les autres fluides qui sont susceptibles d'ébullition. L'air est contenu en trop petite quantité dans l'eau pour qu'il puisse jouer un rôle principal dans l'ébullition de l'eau, car celle-ci n'en contient qu'un trentième, selon quelques physiciens, & seulement un cinquante-quatrième suivant Hales & d'autres. Or, cette quantité est trop petite pour fournir de l'air pendant tout le temps que peut durer l'ébullition, puisqu'elle a lieu jusqu'à évaporation complette de l'eau.

Le feu pénètre trop facilement l'eau & les autres fluides qui lui sont analogues, pour qu'on puisse le regarder comme la cause qui les fait bouillir. Or, trouvant un passage libre, il ne doit pas soulever les parties aqueuses, & produire par-là l'ébullition.

Si l'eau exposée sur le feu bout, c'est que le fond du vaisseau qui contient l'eau étant solide, ses parties ne pouvant se volatiliser, reçoivent un plus grand degré de chaleur que l'eau, qui ne peut acquérir que quatre-vingt degrés de chaleur. Si le vase est de metal, de verre, de terre, &c., il peut avoir un degré de chaleur bien supérieur à celui de l'eau bouillante, puisqu'il pourroit recevoir un degré de chaleur qui iroit au moins jusqu'à la fusion. Un corps solide recevant donc par ses mêmes parties continuellement de nouveaux degrés de chaleur, concevra une chaleur très-grande, capable de convertir en vapeurs les parties d'eau qui touchent le fond de ce vase. Or, c'est cette eau réduite en vapeurs qui forme ces prétendues bulles d'air qui s'élèvent du fond du vase où l'on fait bouillir les liqueurs, & qui viennent crever à la surface. Alors il n'est plus étonnant que l'ébullition d'une liqueur ait lieu jusqu'à siccité, puisque la dernière goute d'eau qui reste sur le fond du vase, est réduite en vapeurs par la chaleur considérable de ce fond (*Voyez* ÉBULLITION; EAU BOUILLANTE; BOUILLONNEMENT).

BOUILLONNEMENT. C'est avec raison qu'on a voulu distinguer le bouillonnement de l'ébullition. Le bouillonnement a lieu lorsque l'air & des gaz se dégagent

ſe dégagent en paſſant à travers une maſſe d'eau ou d'un fluide quelconque. On connoît ces eſpèces de fontaines ou ſources d'eau auxquelles dans plusieurs contrées on donne le nom de *boulidons*; c'eſt le gaz fixe qui s'en dégage. Près de Vendres, à une lieue & demi de Beziers, eſt une fontaine de ce genre à laquelle on donne dans le pays le nom de *fontaine bouillante*. On y voit effectivement à la ſurface des eſpèces de bulles, qui continuellement ſe ſuccèdent en très-grand nombre. Cette eau eſt froide ou plutôt eſt toujours à la température de l'atmoſphère, comme je m'en ſuis ſouvent aſſuré en y plongeant un thermomètre. A Perols, village éloigné de Montpellier d'une lieue & demi environ, on voit des bulles d'un fluide aériforme qui s'élèvent, traverſent la maſſe d'eau & viennent enſuite diſparoître à la ſuperficie. Ces bulles ſont des bulles de gaz fixe, comme je m'en ſuis aſſuré en recueillant de ce fluide aériforme, dans des bocaux, & faiſant enſuite les expériences uſitées. Or, dans ces deux endroits le bouillonnement eſt très-conſidérable & continuel; & l'eau n'a aucun degré de chaleur au-deſſus de la température. Il faut donc dire qu'il y a dans cette eau un bouillonnement & non une ébullition, car celle-ci eſt toujours produite par un degré de chaleur ſupérieur à celui de la température.

L'eau dans le vide de la machine pneumatique bouillonne; c'eſt qu'alors il y a un dégagement d'air, lequel n'étant plus preſſé par l'air de l'atmoſphère, l'air intérieur n'ayant point perdu ſon élaſticité, recouvre ſon expanſibilité & ſoulève l'eau pour venir crever à ſa ſurface. Ici, il y a encore bouillonnement, mais non pas une ébullition.

BOUSSOLE. Il eſt peu d'inſtrument plus utile & d'une plus grande importance que la bouſſole. Sa découverte a changé la face du monde politique; l'homme a pu facilement ſur l'aîle des vents ſe diriger d'un pole à l'autre & faire le tour du globe de la terre, & rapporter en tribut à ſa patrie les productions les plus curieuſes & les plus intéreſſantes des trois règnes; la navigation, le commerce, la botanique, la minéralogie, la zoologie, en un mot l'hiſtoire naturelle dans toute ſon étendue, l'aſtronomie, la phyſique, la chimie, la géographie, l'hiſtoire, la morale même, &c., toutes ces ſciences & celles qui leur ſont analogues, ont reçu des ſervices ſignalés de l'invention de la bouſſole.

Cet inſtrument conſiſte eſſentiellement dans une aiguille aimantée, placée ſous un cercle de carton dont la circonférence eſt diviſée en 360 degrés, & ſur la ſurface duquel on a marqué les 32 airs ou rhumbs de vent, comme on le voit dans la *figure* 172. Cette aiguille eſt miſe en équilibre ſur un pivot qui s'élève du fond d'une boîte, & celle-ci eſt ſuſpendue à la manière de Cardan (*Voy.* Centre de gravité). De cette façon l'aiguille eſt toujours dans une poſition horiſontale, malgré les roulis, & le tangage des vaiſſeaux, & peut ſe diriger librement vers le nord, ce qui eſt abſolument néceſſaire aux navigateurs pour ſe conduire ſur un vaſte océan en tout temps & en tout lieu, même lorſque le ſoleil ne ſe montre pas le jour, ni les étoiles pendant la nuit. L'appareil complet d'une bouſſole ou compas de mer eſt repréſenté dans la *figure* 173. La boîte eſt ſuſpendue dans une caiſſe carrée : on en voit en D, D, les deux pinnules; en B la boîte eſt ſéparée de la caiſſe, pour qu'on voie mieux ſa figure.

Cette matière étant très-importante, il eſt à propos de donner encore ici une courte deſcription d'une des meilleures bouſſoles, repréſentée d'après Muſchenbroeck dans la *figure* 174. Par ſon ſecours on peut obſerver l'azimuth du ſoleil, moyen très-facile pour découvrir, par un calcul très-aiſé, la déclinaiſon de l'aiguille magnétique. La forme de cette aiguille eſt celle d'une lame plane dans preſque toute ſon étendue. Sa longueur eſt arbitraire; ſa largeur eſt ſouvent d'un dixième de pouce, & ſon épaiſſeur eſt d'un vingt-quatrième de pouce. Les deux bouts ſont terminés par des angles très-obtus; le milieu de cette aiguille eſt percé d'un trou pour recevoir une chape d'agathe. L'aiguille eſt miſe entre deux cartons circulaires, collés l'un ſur l'autre. Afin de diminuer un peu la fréquence & la grandeur des oſcillations d'une aiguille bien ſuſpendue, on adapte ſur la ſuperficie du carton inférieur des morceaux de carton auxquels on donne la forme de petites aîles étendues. Ces aîles étant obligées de diviſer l'air pour ſe mouvoir, & celui-ci oppoſant une certaine réſiſtance, l'aiguille en eſt moins mobile, & parvient plutôt à l'état de repos; mais cela ne nuit aucunement à la liberté de la ſuſpenſion.

Ce carton ſur lequel on a tracé les airs des vents porte le nom de *Roſe des vents*; c'eſt le même qu'on a vu dans la *figure* 172. Cette roſe, ainſi que le pivot ſur lequel elle roule, ſont placés dans une boîte de cuivre cylindrique H I K L, qui porte extérieurement deux pivots M, diamétralement oppoſés l'un à l'autre, au moyen deſquels elle eſt ſuſpendue, & elle ſe meut librement dans un anneau N M O. Cet anneau porte auſſi lui-même deux autres pivots D, E, éloignés chacun d'un quart de cercle des deux premiers dont on vient de parler. Par le moyen de ces deux derniers pivots D, E, l'anneau qui porte la boîte cylindrique, eſt mobile dans un demi cercle P R Q : à l'aide de ces deux mouvemens, la bouſſole demeure conſtamment parallèle à l'horiſon, malgré l'agitation du vaiſſeau. Le dernier anneau P R Q eſt percé en R d'un trou qui donne entrée à un cylindre, qui s'élève ſur le pied de la machine, & ſur lequel elle roule librement. Toute la ma-

chine eſt enſuite placée dans une boîte de bois, ſur le fond de laquelle eſt établi le pied de la bouſſole. La partie ſupérieure de cette dernière boîte eſt recouverte par un morceau de verre qui garantit toute la machine des injures des vents & de l'air.

Sur le limbe ſupérieur de la boîte cylindrique ſont établies deux pinnules A C, B F, oppoſées entre elles : d'une de ces pinnules à l'autre eſt tendu un fil horiſontal B A qui paſſe au-deſſus du centre de la roſe. Ce fil A B eſt coupé à angles droits par un autre X Z, qui paſſe auſſi au-deſſus du centre de la roſe. La pinnule F B eſt fendue verticalement, ſelon une grande partie de ſa longueur, d'une fente extrêmement étroite. La pinnule C A porte pareillement une fente, mais plus large, coupée par la moitié & verticalement par un fil. Dans la partie intérieure de la boîte cylindrique ſont placées deux perpendiculaires B S, & A Y qui répondent aux deux extrémités de la ligne A B, par le moyen deſquels on peut connoître aiſément & exactement le degré correſpondant de la roſe. Cet inſtrument ſert à connoître l'azimuth, & la déclinaiſon de l'aiguille aimantée, au lever & au coucher du ſoleil. Nous renvoyons pour le reſte à l'ouvrage de Muſchenbroeck, tom. 1er., page 446 & ſuivantes (*Voyez* AIMANT, AIGUILLE DE BOUSSOLE, &c. MAGNETISME).

[On attribue l'invention de la *bouſſole* à Flavio de Gioia, napolitain, qui vivoit dans le treizième ſiècle : néanmoins on voit, par les ouvrages de Guyot de Provins, vieux poëte françois du douzième ſiècle, qu'on connoiſſoit déjà la *bouſſole*. Ce poëte parle expreſſément de l'uſage de l'aimant pour la navigation.

Les anciens, qui ne connoiſſoient point la *bouſſole*, étoient obligé de naviger le long des côtes ; & leur navigation étoit par-là tres-imparfaite. On prétend pourtant que des phéniciens, envoyés par Néchao, roi d'Egypte, firent autrefois le tour de l'Afrique, en partant de la mer rouge, & qu'ils furent trois ans à ce voyage : mais ce fait eſt-il bien vrai ? Les anciens, dit l'illuſtre auteur de l'*eſprit des loix*, pourroient avoir fait des voyages de mer aſſez longs, ſans le ſecours de la *bouſſole ;* par exemple, ſi un pilote, dans quelque voyage particulier, avoit vu toutes les nuits l'étoile polaire, ou le lever & le coucher du ſoleil, cela auroit ſuppléé à la *bouſſole :* mais c'eſt-là un cas particulier & fortuit.

Les françois prétendent que ſi l'on met par-tout une fleur-de-lys pour marquer le nord, ſoit dans le carton mobile dont les mariniers chargent l'aiguille, ſoit dans la roſe des vents qu'on attache ſous le pivot de l'aiguille au fond des *bouſſoles* ſédentaires, c'eſt parce que toutes les nations ont copié les premieres *bouſſoles*, qui ſont ſorties des mains d'un ouvrier françois. Les anglois s'attribuent, ſinon la découverte même, au moins la gloire de l'avoir perfectionnée par la façon de ſuſpendre la boîte où eſt l'aiguille aimantée. Ils diſent, en leur faveur, que tous les peuples ont reçu d'eux les noms que porte la *bouſſole*, en recevant d'eux la *bouſſole* même amenée à une forme commode ; qu'on la nomme *compas de mer*, des deux mots anglois *mariniers compaſſ*, & que de leur mot *box*, petite boîte, les italiens ont fait leur *boſſola*, comme d'Alexandre ils font *Aleſſandro* (Les italiens diſent *boſſolo* au maſculin, ſuivant le *dictionnaire de Trévoux*). Mais la vérité eſt que le mot *bouſſole* vient du latin *buxus*, d'où l'on a fait *buxolus*, *buxola*, *buſſola*, & enfin *bouſſole*. Les eſpagnols & les portugais diſent *bruxula*, qui ſemble venir de *bruxa*, ſorcière. Il y a apparence que c'eſt une corruption de *buſſola ;* quant au nom de *mariniers compaſſ*, les françois pourroient également prétendre que les anglois l'ont pris d'eux, en traduiſant le nom françois, *compas de mer*.

Il ne tient pas qu'on n'en faſſe honneur aux chinois. Mais comme, encore aujourd'hui, on n'emploie l'aiguille aimantée, à la Chine, qu'en la faiſant nager ſur un ſupport de liége, comme on faiſoit autrefois en Europe, on peut croire que Marco Paolo, ou d'autres vénitiens, qui alloient aux Indes & à la Chine par la mer rouge, ont fait connoître cette expérience importante, dont différens pilotes ont enſuite perfectionné l'uſage parmi nous. La véritable cauſe de cette diſpute, c'eſt qu'il en eſt de l'invention de la *bouſſole*, comme de celle des moulins, de l'horloge, & de l'imprimerie. Pluſieurs perſonnes y ont eu part. Ces choſes n'ont été découvertes que par parties, & amenées peu-à-peu à une plus grande perfection. De tout temps on a connu la propriété qu'a l'aimant d'attirer le fer ; mais aucun ancien, ni même aucun auteur antérieur au commencement du douzième ſiècle, n'a ſu que l'aimant ſuſpendu, ou nageant ſur l'eau, par le moyen d'un liége, tourne toujours le même côté vers le nord. Celui qui fit le premier cette remarque, en demeura là, il ne comprit ni l'importance, ni l'uſage de ſon admirable découverte. Les curieux, en réitérant l'expérience, en vinrent juſqu'à coucher une aiguille aimantée ſur deux brins de paille poſés ſur l'eau & à remarquer que cette aiguille tournoit invariablement la pointe vers le nord. Ils prenoient la route de la grande découverte : mais ce n'étoit pas encore là la *bouſſole*. Le premier uſage que l'on fit de cette découverte, fut d'en impoſer aux ſimples par des apparences de magie, en exécutant divers petits jeux phyſiques, étonnans pour ceux qui n'en avoient pas la clef. Des eſprits plus ſérieux appliquèrent enfin cette découverte aux beſoins de la navigation ; & Guyot de Provins, dont nous avons parlé, qui ſe trouva à la cour de l'empereur Frédéric à Mayence, en 1181, nous apprend, dans le

roman de la *rose*, que nos pilotes françois faisoient usage d'une aiguille aimantée ou frottée à une pierre d'aimant, qu'ils nommoient la *Marinette*, & qui régloit les mariniers dans les temps nébuleux.

> Icelle étoile ne se muet,
> Un art font qui mentir ne puet,
> Par vertu de la Marinette,
> Une pierre laide, hoirette,
> Où li fer volontiers se joint, *&c.*

Bientôt après, au lieu d'étendre les aiguilles, comme on faisoit, sur de la paille ou sur du liége, à la surface de l'eau (*fig.* 424), que le mouvement du vaisseau tourmentoit trop, un ouvrier intelligent s'avisa de suspendre, sur un pivot ou sur une pointe immobile, le milieu d'une aiguille aimantée, le tout placé dans une boîte, (*fig.* 425), afin que, se balançant en liberté, elle suivît la tendance qui la ramène vers le pole. Un autre enfin, dans le quatorzième siècle, conçut le dessein de charger cette aiguille d'un petit cercle de carton fort léger, où il avoit tracé les quatre points cardinaux, accompagnés des traits des principaux vents; le tout divisé par les 360 degrés de l'horison. Cette petite machine légèrement suspendue dans une boîte, qui étoit suspendue elle-même, à-peu-près comme la lampe des mariniers, répondit parfaitement aux espérances de l'inventeur.

La *boussole* est composée d'une aiguille ou losange (*fig.* 395), ordinairement faite avec une lame d'acier trempée & aimantée sur l'aimant le plus vigoureux : cette aiguille est fixée à une rose de carton ou de talc, sur laquelle on a tracé un cercle divisé en trente-deux parties égales; savoir, d'abord en quatre par deux diamètres, qui se coupent à angles droits, & qui marquent les quatre points cardinaux de l'horison, le nord, le sud, l'est, & l'ouest; chacun de ces quarts de cercle est divisé en deux, ce qui constitue, avec les précédens, les huit rumbs de vent de la *boussole* : chaque partie est encore divisée & subdivisé en deux pour avoir les huit demi rumbs & les seize quarts.

On désigne ordinairement le rumb du nord par une fleur-de-lys, & quelquefois celui de l'est par une croix ; les autres par les premières lettres de leurs noms : chacun de ces airs de vent ou rumbs, est indiqué par une des pointes de l'étoile, tracée au centre de la rose. (*Voyez les fig.* 29 & 172).

Il y a un autre cercle concentrique à celui de la rose, & qui est fixé à la boîte : il est divisé en 360 degrés, & sert à mesurer les angles & les écarts de la *boussole :* le centre de la rose, qui est évidé, est recouvert d'un petit cône creux, de cuivre, ou de quelqu'autre matière dure, qui sert de chape, au moyen de laquelle l'aiguille peut être posée sur un pivot bien pointu & bien poli, & s'y mouvoir avec liberté. On suspend le tout à la manière de la lampe de *Cardan*, par le moyen de deux anneaux ou cercles concentriques, chacun mobiles, sur deux pivots, aux extrémités des deux diamètres, dont les directions se coupent à angles droits, afin que la *boussole* puisse toujours conserver la situation horisontale, malgré les roulis du vaisseau. Enfin on l'enferme dans une boîte quarrée, couverte d'une glace, & on la place près du gouvernail dans une plus grande boîte ou armoire quarrée, sans fer, que les marins nomment *habitacle*, laquelle est placée à l'arrière du vaisseau, sur le pont, & éclairée pendant la nuit d'une lampe, afin que le timonier, c'est-à-dire, un matelot intelligent qui tient le gouvernail, & qui, dans les vaisseaux de roi, est relevé de deux heures en deux heures, puisse avoir toujours la *boussole* sous les yeux & diriger la route du vaisseau suivant le rumb qui lui est prescrit par le pilote.

Comme la rose de la *boussole* est mobile sur sa chape, le timonier a soin de gouverner en sorte que la pointe de la rose qui indique le rumb ou air du vent de la route actuelle du vaisseau, soit dirigée parallèlement à la quille; ce que la position de la boîte de la *boussole*, parallèlement au parois de l'habitacle, indique suffisamment. Enfin, pour ne laisser aucune équivoque, on a coutume de marquer d'une croix l'endroit de la boîte qui regarde la proue.

Les capitaines de vaisseau, les officiers & les pilotes attentifs, ont ordinairement une *boussole*, un peu différemment construite, suspendue au plancher de leur chambre, afin de pouvoir, lors même qu'ils ne sont pas sur le pont, savoir à toute heure où le navire a le cap, c'est-à-dire, qu'elle route il fait actuellement (déduction faite de la dérive) : cette suspension exige moins de précaution que la précédente : mais en ce cas, il faut observer que l'est soit à la gauche du nord, & l'ouest à sa droite ; en un mot, que tous les points soient dans une situation inverse à l'égard de la *boussole* renversée, quoique toujours dans la même position à l'égard du spectateur ou à l'égard du vaisseau.

Pour prévenir les accidens que les frottemens ou quelqu'irrégularité physique pourroient causer à une *boussole*, si elle étoit seule, il y en a toujours deux dans l'habitacle, & elles sont séparées par une cloison. Toutes deux sont exposées à la vue du timonier.

Maintenant voici la manière de se servir de cet instrument pour diriger la route du navire. On reconnoît sur une carte marine réduite, par quel rumb le vaisseau doit tenir sa route pour aller au lieu proposé, & on tourne le gouvernail jusqu'à

ce que le rumb déterminé ſoit vis-à-vis de la croix marqué ſur la boîte; & le vaiſſeau faiſant voile, eſt dans ſa véritable route : par exemple, ſi on part de l'iſle d'Oueſſant, à l'occident de Breſt, & qu'on veuille aller au Cap Finiſtère, en Galice, on commencera par chercher dans une carte marine réduite, quelle doit être la direction de la route, & on trouve qu'on la doit faire au ſud-oueſt quart au ſud : tournant donc le gouvernail juſqu'à ce que le rumb ſud-oueſt quart au ſud réponde exactement à la petite croix marquée ſur la boîte de la *bouſſole*, le vaiſſeau ſe trouvera dans ſa véritable route. Tel eſt le principal uſage de la *bouſſole :* il y en a pluſieurs autres qui tendent à déterminer les latitudes, à fixer les points de l'horiſon où les aſtres ſe lèvent & ſe couchent; c'eſt-à-dire, à déterminer les amplitudes orientales ou occidentales : mais ces uſages ont plus de rapport à l'aſtronomie & à la navigation, qu'à l'uſage principal de la *bouſſole*.

La déclinaiſon de l'aimant dont on a parlé à l'article Aiguille aimantée, qui conſiſte en ce que cette aiguille ne ſe dirige preſque jamais exactement vers les poles du monde, mais qu'elle s'en écarte ordinairement, tantôt vers l'eſt, tantôt vers l'oueſt; cette déclinaiſon, dis-je, qui varie dans les différens endroits de la terre, & dans les mêmes en différens temps, oblige les marins à faire continuellement des corrections aux opérations qu'ils font avec la *bouſſole*. On verra à l'article Variation, les précautions qu'ils apportent pour reconnoître & déterminer la quantité de cette variation, & les moyens dont ils ſe ſervent pour rectifier leur route.

L'avantage que les gens de mer retirent de la *bouſſole*, qui les guide au travers des mers les plus vaſtes, & les fait arriver aux extrémités de la terre les plus reculées, a porté les Phyſiciens à imaginer différens moyens pour la perfectionner. Tous conviennent que l'aiguille doit être la mieux aimantée qu'il eſt poſſible, très-légère dans ſa conſtruction & ſur-tout parfaitement mobile ſur ſon pivot. Nous avons enſeigné, dans l'article Aiguille aimantée, la meilleure manière de conſtruire & d'aimanter les aiguilles : en voici une autre qui a auſſi ſes avantages, & même qui nous paroît préférable à bien des égards. Elle eſt fondée ſur ce principe démontré par l'expérience, que le fer & l'acier ne reçoivent qu'une quantité déterminée de vertu magnétique, & qu'il y a une proportion de longueur, de largeur & d'épaiſſeur, pour que ces métaux puiſſent en recevoir la plus grande quantité qu'il eſt poſſible qu'ils retiennent; c'eſt pourquoi M. Mitchell, auteur de cette nouvelle méthode, prétend qu'il eſt très avantageux de faire les *bouſſoles* avec des lames d'acier parallélipipèdes & bien trempées, plutôt que de fil d'acier ou de lames de reſſort dont on ſe ſert ordinairement. En effet, on éprouve que non-ſeulement ces lames prennent beaucoup plus de vertu magnétique, qu'elles la conſervent plus long-temps dans le même degré, & qu'elles la perdent beaucoup plus difficilement, mais encore qu'elles ont leurs poles plus près des extrémités, ce qui augmente conſidérablement leur vivacité & l'exactitude de l'obſervation. La dimenſion qu'il eſtime la meilleure, eſt celle à-peu-près qu'il donne aux lames dont il compoſe ſes aimans artificiels, c'eſt-à-dire, ſix pouces de longueur, ſix lignes de largeur & environ un tiers de ligne d'épaiſſeur; elles doivent être percées dans le milieu pour laiſſer paſſer le pivot ſur lequel elles feront leur révolution.

On a obſervé que la rouille détruit conſidérament la vertu magnétique; c'eſt pourquoi on doit tâcher d'en préſerver avec ſoin les aiguilles des *bouſſoles* : les boîtes vitrées dans leſquelles on les renferme ordinairement ſont inſuffiſantes, & l'air de la mer agit toujours ſur elles : on les garantira de cet accident en les induiſant d'une couche fort mince d'huile de lin cuite : cet enduit n'apporte aucun obſtacle aux effets de l'aimant, & les aiguilles s'aimantent au travers avec autant de facilité que ſi elles étoient bien polies; il y a même lieu de croire, par quelques expériences, que les aiguilles peintes conſervent mieux que les autres leur grande force magnétique; car on remarque, dans la plupart des ferremens peints en huile, qu'ils ſont plus ſuſceptibles de magnétiſme que les autres fers, en même-temps qu'ils deviennent plus caſſans & plus durs, & c'eſt peut-être par cette raiſon qu'ils s'aimantent mieux.

On aimantera ces lames en les poſant ſur le milieu d'une barre de fer aſſez longue, & en paſſant huit à dix fois d'un bout à l'autre ſix aimans artificiels, dont trois ont leurs poles nord tournés en haut & contigus au pole du ſud des trois autres lames; en ſorte que les poles du ſud des premiers aimans ſoient un peu écartés des poles du nord des trois autres lames, & tournés vers l'extrémité de l'aiguille qu'on veut faire diriger vers le nord. *Voyez l'article* Aimant.

Comme il eſt difficile de bien déterminer, dans des aiguilles ainſi larges & plates, ſi leur axe, c'eſt-à dire, la ligne qui joint les deux poles, paſſe exactement par les points de ſuſpenſion, & que, d'un autre côté, en les faiſant pointues par les extrémités, on fait rentrer leurs poles en dedans, & on les rend un peu moins aimantées qu'elles ne le pourroient être; voici un moyen de remédier à ces inconvéniens. On mettra ſur un pivot une des meilleures aiguilles aimantées, conſtruite ſuivant la méthode ordinaire, & pointue par ſes extrémités, & on obſervera avec ſoin de combien ſon pole nord décline de quelque point fixe qu'on choiſira à volonté; enſuite on ajuſtera ſur le pivot la

nouvelle aiguille, appliquée sur la rose de carton, de telle sorte que la fleur de lys décline du point observé dans le même sens & de la même quantité que faisoit le pole du nord de l'aiguille mince & pointue; on fixera la rose dans cette situation, & la *boussole* sera centrée.

Il vaudra mieux faire cette opération sur un vaisseau en cette manière : on tirera une ligne droite de la poupe à la proue, & on placera les deux *boussoles* sur cette ligne, à une telle distance & en telle sorte qu'elles ne puissent ni agir l'une sur l'autre, ni être détournées par aucun fer qui soit dans le voisinage; on ajustera la rose comme on vient de le dire, de manière que la fleur de lys fasse, avec la ligne de preuve, le même angle que fait le pole du nord de l'autre aiguille.

On ne sauroit dissimuler que le poids de ces nouvelles aiguilles ne fasse augmenter leur frottement, sur tout si le pivot & la chape sont de cuivre; car il n'est guère possible de se servir à la mer de pivot d'acier, qui seroit bientôt rouillé. Mais on pourra remédier à cet inconvénient, en employant un pivot d'or, allié de quelque métal pour l'endurcir, & en attachant aux barres des chapes garnies d'un petit morceau de verre concave bien poli; ce qui vaut encore mieux que l'agathe dont on se sert quelquefois. Ce petit changement, qui n'augmente pas considérablement le prix des *boussoles*, donne à ces instrumens plus d'exactitude qu'on ne peut espérer dans les *boussoles* ordinaires, sur-tout lorsque le temps est calme, & que les vagues n'agitent pas le vaisseau : car alors il faut nécessairement frapper les boîtes pour vaincre les frottemens, si l'on veut que la *boussole* marque la route avec exactitude; au lieu que les nouvelles *boussoles* se meuvent très-librement sans ce secours.

On a construit, sur ces principes, une aiguille de *boussole* qui avoit trente-deux pouces de longueur, & qui pesoit un peu plus de huit onces. Elle a été mise en mouvement avec une force capable de lui faire faire vingt-cinq tours par minute : cette force a été suffisante pour lui faire continuer ses révolutions pendant l'espace de soixante-dix ou quatre-vingt minutes, & elle a encore fait des vibrations pendant quinze autres minutes, quoiqu'elle ne fût que sur un pivot de cuivre, qui a été bientôt émoussé par son poids, au lieu qu'elle a fait à peine quelques vibrations lorsqu'elle a été suspendue, par une chape de cuivre, sur un pivot d'acier bien pointu & bien poli.

Les avantages de la boussole ne se bornent pas à ceux qu'en peuvent retirer les navigateurs; cet instrument est aussi fort utile sur la terre pour faire une infinité d'opérations : on y fait seulement différens changemens pour le rendre plus propre aux divers usages auxquels on le destine. Son application la plus commune est à l'équerre des arpenteurs, qui ne consistoit anciennement que dans un cercle de cuivre divisé en quatre parties égales par deux diamètres qui se coupent à angles droits. Il y a une pinnule bien perpendiculaire au plan du cercle, à l'extrémité de chacun de ces diamètres, afin de pouvoir pointer sur différens objets.

Dans les nouvelles équerres d'arpenteur on a ajouté au centre du cercle un pivot, sur lequel est suspendue une aiguille aimantée, & renfermée dans une boîte couverte d'une glace. L'aiguille parcourt dans ses différens mouvemens la circonférence d'un cercle divisé en 360 degré; & le O de la graduation marqué d'une N (*nord*), ou d'une fleur de lys, est directement au-dessous d'une des pinnules, en sorte que les autres points cardinaux se trouvent aussi sous les autres pinnules : toute la machine est montée sur un genou, sur lequel on peut la tourner librement en tout sens.

On se sert aussi quelquefois de boussoles enfermées dans des boîtes exactement quarrées, & dont les côtés sont bien parallèles aux diamètres qui passent par les points cardinaux. Celles-ci sont très-commodes, par exemple, pour trouver la déclinaison d'un mur ou d'un édifice, c'est-à-dire, l'angle qu'ils forment avec le méridien du lieu. Pour cet effet on applique à une règle posée horisontalement le long du mur le côté de la boîte marqué *sud* ou *nord*, suivant que le mur regarde à-peu-près le septentrion ou le midi; ensuite on observe quel angle fait la pointe de l'aiguille, ou son pole boréal avec le méridien tracé sur la boussole, & qui est perpendiculaire à la règle. Cet angle, réduction faite, de la déclinaison de l'aimant, exprime en degrés la véritable déclinaison du mur, laquelle est orientale ou occidentale, suivant que l'aiguille s'écarte à l'est ou à l'ouest du méridien de la boussole, dans le cas où le mur est tourné du côté du midi, & réciproquement, lorsqu'il regarde le septentrion. Ceux qui construisent des cadrans solaires verticaux, ont souvent recours à cette méthode pour trouver la déclinaison du plan sur lequel ils veulent en tracer.

La géométrie pratique tire de grands avantages de la boussole, pour lever d'une manière expéditive des angles sur le terrein, faire le plan d'une forêt, d'un étang, d'un marais inaccessible, ou pour déterminer le cours d'une rivière.]

Les aiguilles de boussole, 1°. doivent être d'acier trempé très-dur, parce qu'elles sont plus susceptibles alors de recevoir & de conserver une grande vertu magnétique; 2°. il faut qu'elles soient légères jusqu'à un certain point, afin d'obéir plus facilement aux impressions de la vertu magnétique. Cependant si elles sont trop légères, elles ne reçoivent pas autant de magnétisme; 3°. elles doivent avoir

une certaine longueur, parce que leurs variations sont plus sensibles; on en fait de 12 pouces de longueur & même davantage.

On a donné différentes formes aux aiguilles aimantées : autrefois on les faisoit en forme de flèche applatie. M. de la Hire en a construit d'un fil d'acier bien droit un peu applati & pointu par les deux bouts; M. Duhamel leur a donné la figure d'un parallélogramme terminé par deux pointes fort obtuses; l'épaisseur est d'une demi ligne environ. En Angleterre on a donné aux aiguilles la forme d'un parallélogramme rectangle, prétendant que la variation de ces sortes d'aiguilles est beaucoup plus sensible que celles des aiguilles terminées en pointe, à cause de la facilité de graver à l'extrémité de ces aiguilles une division de nonius (*Voyez* le mot AIGUILLE).

La boîte des boussoles ne doit pas être en cuivre, ce métal contenant toujours quelques grains de fer qui peuvent agir plus ou moins sur la direction de l'aiguille aimantée; il ne faut pas non plus la construire en bois, parce que cette matière est sujette à se déjeter par un effet des alternatives de sécheresse & d'humidité qui règnent dans l'atmosphère : on les fait quelquefois en pierre ou en marbre. M. de La Hire est le premier qui ait pensé à employer la pierre dans la construction des boîtes de boussole, comme on le voit dans les *Mémoires de l'académie* pour l'année 1716, pag. 6.

On trace ordinairement sur le fond de la boîte par dedans & par dehors, une ligne droite suivant sa longueur, & qui divise sa largeur en deux parties égales entre elles, pour la diriger suivant la ligne méridienne; de plus on attache au-dedans & vers les extrémités de sa longueur, deux arcs de cercles égaux, qui sont divisés en degrés & parties de degrés.

On est communément en usage de se servir d'une aiguille de boussole dans les mines, & sur-tout dans celles de charbon, pour distinguer dans les souterrains obscurs la position d'un lieu par rapport à un autre, afin d'être en état de faire les puits dans tel ou tel endroit. Mais comme dans la plupart de ces mines, & particulièrement dans celles de charbon, on trouve souvent des morceaux de mine de fer qui ont quelque vertu magnétique, on est par-là même exposé à se tromper, parce que ces morceaux de mine de fer déjà magnétiques, dérangent ordinairement les boussoles & leur font perdre leur direction; il est nécessaire alors de se servir de grandes aiguilles, non seulement parce qu'elles ont l'avantage de donner un plus grand degré d'exactitude dans la route, mais encore parce qu'elles sont moins sujettes que les petites à se déranger, par la proximité de quelques morceaux de mine de fer déjà aimantés. Néanmoins ces grandes aiguilles se dérangent plus aisément à l'approche d'un corps qui n'a pas encore reçu la vertu magnétique, mais qui est par lui-même capable de la recevoir, parce que le pouvoir des grandes aiguilles est plus fort à une certaine distance que celui des petites aiguilles. C'est pourquoi on ne sauroit être trop attentif à écarter les marteaux, les leviers & autres instrumens de fer, des endroits où l'on se sert d'une aiguille aimantée. La méthode suivante sera très-utile pour découvrir & éviter ces sortes d'erreurs.

Tendez une soie aussi loin que la situation de la mine le permettra; placez l'aiguille au-dessous à l'un des bouts de cette soie, & observez l'angle que l'aiguille forme avec la soie; changez ensuite l'aiguille de place, en continuant de la poser en divers endroits de la soie, & observez si elle garde la même direction & le même rapport à cette ligne; si cela est on doit regarder sa direction comme exacte : mais si elle varie dans les différens endroits où on l'a placée, il faudra observer quel est le lieu où elle se sera écartée le plus de la direction généralement observée dans les autres endroits; quelle est la position où elle aura été agitée le plus vivement; & on sera assuré que c'est-là ou dans les environs qu'on trouvera ce qui a été l'occasion de cette variation; pour lors on changera l'aiguille de place jusqu'à ce qu'on trouve une espèce d'uniformité dans sa direction.

Après tout on peut retrancher ou ajouter quelque chose pour la variation de la direction de l'aiguille, causée par l'attraction ou la répulsion de tel ou tel endroit, selon qu'il paroîtra que le pole nord ou sud de l'aiguille qui en est attiré en est fort près ou fort éloigné. Afin de trouver lequel des deux poles est attiré, éloignez l'aiguille perpendiculairement à une petite distance de la soie, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre; & observez de quel côté elle s'éloigne le plus de sa direction générale dans les autres endroits; alors l'extrémité de l'aiguille qui dévie de ce côté-là est l'extrémité attirée : mais si par hazard, en éloignant peu l'aiguille de la soie, elle dévioit beaucoup, qu'en l'éloignant davantage elle ne deviât point du tout, & qu'en l'éloignant encore plus, elle deviât en sens contraire, alors le corps attirant seroit sûrement placé au-dessus ou au-dessous de la soie, dans l'endroit où l'aiguille ne dévie point du tout. C'est pourquoi tout ceci doit être observé soigneusement, de peur que l'aiguille venant à être placée dans un endroit où elle ne parût pas dévier, on ne prît un autre endroit pour le côté où se trouve le corps attirant : ce qui occasionneroit une grande erreur. *Mitchell.*

Les laves basaltiques agissent aussi sur l'aiguille aimantée. Plusieurs observations prouvent cette vé-

rité. M. Monnet, dans son *Voyage minéralogique* d'Auvergne, dit que son frère ayant voulu opérer géométriquement pour lever la carte des environs de Vic-le-Comte, l'aiguille de sa boussole s'étoit tellement fixée en sens contraire à la direction qu'elle devoit prendre, qu'il fut obligé de renoncer à faire cette opération sur cette montagne : tant ces laves sont martiales.

La proximité de deux boussoles nuit également sur leur vraie direction. M. d'Après ayant communiqué, il y a plusieurs années, à l'académie de Marine, quelques observations qu'il avoit faites, par lesquelles il s'étoit apperçu que lorsqu'on approchoit deux boussoles l'une de l'autre, elles ne conservoient plus la même direction respective qu'elles affectoient à une plus grande distance. M. d'Après proposa de ne plus se servir désormais que d'une seule boussole dans les habitacles des vaisseaux. L'académie trouva bientôt la cause de ces différences, qui étoit l'effet de la différente force du magnétisme dans les aiguilles. On compara deux boussoles très-inégales, & en les rapprochant à un pied de distance, il arriva que l'une déclinoit de 30 degrès, pendant que l'autre déclinoit seulement de 21 degrés; ceci fournit un moyen facile de comparer la force des aiguilles aimantées; la plus forte résiste le plus à leur action réciproque, & se maintient le plus près de la direction qu'elle affectoit lorsqu'elle étoit isolée. Ainsi, l'usage assez généralement suivi de placer deux boussoles dans les habitacles des vaisseaux, a, comme on voit, des inconvéniens considérables, & les erreurs dont cette mauvaise disposition est la source peuvent avoir les suites les plus fâcheuses, à moins qu'on ne mette entre elles une distance plus grande que leur sphère d'activité, ainsi qu'on le verra au mot AIGUILLE AIMANTÉE.

Le P. Kirker donne dans son ouvrage sur l'aimant, la description d'une boussole propre à indiquer en même temps la déclinaison & l'inclinaison de l'aimant. Dans un globe de cristal sur lequel on avoit tracé un cercle horisontal, divisé en 360 degrés, & un méridien divisé de la même manière, il suspendoit un petit cercle de cuivre ou d'argent, dont le diamètre horisontal supportoit une aiguille aimantée, un peu moins longue que le diamètre du globe, & qui avoit la facilité de se mouvoir librement de haut en bas; sous ce cercle étoit attaché un cordon de soie, au bout duquel étoit un petit poids qui touchoit presque le fond du globe, quand le couvercle auquel étoit suspendu ce petit cercle fermoit l'ouverture de cette sphère; le fil qui suspendoit le petit cercle vertical contenant l'aiguille, servoit d'axe à l'horison, & se trouvoit dans la même ligne que celui qui soutenoit le poids; les centres du petit cercle & du globe coïncidoient, & le globe étoit orienté, de sorte que son méridien répondoit à une méridienne horisontale; cette suspension permettant à l'aiguille de décliner & de s'incliner, on avoit en même temps par cette machine simple & ingénieuse la déclinaison & l'inclinaison de l'aimant. *Voyez* AIGUILLE AIMANTÉE.

M. Bernoulli a donné la description de bonnes boussoles d'inclinaison, comme on le voit dans les *Acta Helvetica*, tom. III. M. Euler les a aussi décrites dans les *Nov. Comment. Acad. Petropolit.*, tom. XIV, part. II. M. Naime a décrit une pareille boussole d'inclinaison, dans les *Transactions philosophiques*, année 1776. M. Brugmann en a imaginé une que l'on trouve dans les *Tentamina de magnete*. Ce même savant en décrit encore une inventée par un bourgeois de Lewardin en Frise, & qui est plus simple, plus commode, moins coûteuse & aussi sûre que les autres. On voit encore dans les *Mémoires de l'académie de Suède*, les recherches de M. Vilke, sur les aiguilles d'inclinaison.

On trouve dans le LXIX[e]. volume des *Transactions philosophiques* pour l'année 1779, partie II, page 537, & dans le tome II des *Nouvelles Expériences & Observations sur divers objets de Physique*, page 447, un mémoire de M. J. Inghen-Houz sur quelques nouvelles manières de suspendre les aiguilles de boussoles. Le but des recherches de ce savant étoit d'empêcher, sur-tout dans les boussoles marines, la trop grande versatilité, en laissant cependant assez de liberté à une aiguille, pourvu qu'elle ait la plus grande force possible, pour se diriger dans le méridien magnétique. Voici quelques-uns des procédés mis en œuvre.

Une aiguille aimantée, très-mobile, & néanmoins très-forte, fut placée dans un vase qu'on remplit ensuite d'eau, de sorte que l'aiguille en fut couverte. Elle perdit alors dans un milieu aussi dense une très-grande partie de sa mobilité. Toutefois elle se fixa, comme auparavant, dans le même méridien, & elle obéissoit aussi à l'influence d'un aimant présenté à une distance considérable, & ensuite retournoit de nouveau lentement au point où elle s'étoit fixée auparavant, dès qu'elle se trouvoit hors de la sphère d'action de l'aimant.

Dans une seconde expérience il attacha à une aiguille fortement aimanté & plate, autant de liége qu'il en falloit pour tenir cette aiguille suspendue à la surface de l'eau d'un bassin de porcelaine. Le milieu de cette aiguille étant percé d'un trou, on y passa une épingle de cuivre qui fut fixée dans une position verticale au milieu du fond du bassin, pour empêcher l'aiguille de s'écarter du centre du bassin. L'aiguille chercha lentement le méridien magnétique, & parut s'y fixer assez exactement.

Ensuite on chargea cette aiguille avec du liége, de façon qu'elle n'avoit de gravité spécifique qu'un peu plus qu'un égal volume d'eau, & qu'elle ne pesoit sur la pointe du pivot qu'avec le poids le plus petit possible. L'aiguille ainsi submergée, se dirigeoit assez bien dans le méridien magnétique.

Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de rapporter les deux dernières expériences de M. Inghen-Housz également relatives à l'amélioration des boussoles nautiques, on peut les voir dans les ouvrages mentionnés plus haut. Nous nous contenterons d'extraire ce qu'il dit pour résoudre la difficulté qui résulte de la nature du milieu dans lequel il fait nager cette espèce d'aiguille aimantée, c'est que l'eau est sujette à rouiller l'acier. « En couvrant, dit-il, ces aiguilles d'un vernis impenétrable à l'eau, on vaincroit une partie de la difficulté; & en l'enfermant dans un tube de verre, on la feroit évanouir entièrement; mais en substituant à l'eau une des huiles les plus fluides & les plus transparentes, on pourroit encore obvier à de grandes difficultés. L'huile de lin exprimée à froid est fort limpide, peu épaisse & peu sujette à s'épaissir par le froid. Cette huile a la propriété d'augmenter le pouvoir magnétique dans l'acier, selon le docteur Knight, qui me l'a assuré. Si une telle huile s'épaissit avec le temps, on pourroit la renouveler. Il y a des huiles par expression qui, ayant été ensuite distillées, deviennent presque aqueuses. J'ai essayé différentes huiles, entr'autres l'huile de lin & celle d'olive ». On pourroit encore couvrir l'acier, dont on veut faire la boussole, d'une lame très-mince d'argent ou d'or fin, & lui donner ensuite la trempe. M. l'abbé Rochon a fait construire des lames d'acier couverte des deux côtés d'une lame de platine, si mince que le tout n'avoit pas plus d'épaisseur qu'un ressort de montre. Il seroit à souhaiter que les deux physiciens que je viens de citer fissent des expériences pour éprouver si des lames d'acier, ainsi couvertes d'or, d'argent ou de platine, recevroient une trempe & un magnétisme suffisans; si ces vertus seroient égales ou inférieures de bien peu à celles d'autres aiguilles, &c. C'est une nouvelle carrière qui semble promettre des résultats importans à ceux qui y entreront.

M. Blondeau, professeur de Mathématiques à Brest, se servoit d'une boussole construite de la manière suivante. L'aiguille étoit d'acier d'Angleterre, fondu, trempé dur, longue d'un peu plus d'un pied, large de 4 lignes $\frac{1}{2}$, & épaisse d'environ une demi ligne. Elle pesoit avec sa chappe d'agathe & son coursier d'équilibre 11 gros 32 grains; elle étoit arrondie par les deux bouts. La chappe portoit sur un pivot d'acier bien trempé. Le tout étoit enfermé dans une boîte circulaire de cuivre jaune, absolument exempt de magnétisme; & de plus cette boîte étoit couverte d'un verre blanc. Pour observer, ce physicien employoit une loupe de 2 pouces $\frac{1}{4}$ de foyer, couverte d'un diaphragme dont l'ouverture étoit seulement de deux lignes, pour éviter toute parallaxe. L'aiguille marquoit sur le limbe un peu plus élevé que le fond de la boîte, par le moyen d'une barbe de plume fixée à son extrémité avec de la cire. Cette partie du limbe à laquelle répond la barbe de plume, étoit divisé de 15 en 15 minutes, de sorte qu'on pouvoit estimer à 2 minutes près, sans craindre de se tromper.

On peut voir au mot AIMANT, *quatrième propriété*, *déclinaison*, la description de quelques boussoles de déclinaison, de celle de M. Lemonnier, de celle de M. Coulomb, &c.

BOUSSOLE A CADRAN. *Voyez* CADRAN.

BOUSSOLE DE DÉCLINAISON. *Voyez* AIMANT, *déclinaison*, & AIGUILLE DE DÉCLINAISON.

BOUSSOLE *de variation*. *Voyez* AIMANT, *variation*, AIGUILLE AIMANTÉE, *aiguille de variation*, & VARIATION.

BOUSSOLE. C'est une constellation de l'hémisphère méridional; elle se trouve au-dessus du navire près du tropique du capricorne. La partie du ciel qui est du côté méridional, étant moins connue que la partie septentrionale où il y avoit toujours eu un plus grand nombre d'observateurs, M. l'abbé de la Caille se détermina à aller au Cap de Bonne-Espérance, pour y faire des observations. Il découvrit un nombre considérable d'étoiles méridionales dont il forma plusieurs nouvelles constellations, parmi lesquelles se trouve celle qu'il a nommé *Boussole* ou *Compas de mer*. *Voyez* CONSTELLATION & les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1752, planche vingtième, qui contient une figure très-exacte de la boussole nommé *pixis nautica*. Il n'y a pas d'étoile remarquable dans cette constellation, puisque la principale qu'on y voit est seulement de la cinquième grandeur; son ascension droite, en 1750, lorsque l'abbé de la Caille l'observa au Cap, étoit de 128 degrés, 23 minutes, 37 secondes, & sa déclinaison de 32 degrés, 18 minutes, 10 secondes australes.

BOUTEILLE D'EAU. [On appelle ainsi les petites gouttes rondes d'un fluide quelconque, qui sont remplies d'air, & qui se forment, soit sur la surface du fluide par l'addition d'un fluide semblable, comme quand il pleut; ou dans sa substance, par une vive commotion intérieure de ses parties. *Voyez* PLUIE. Les *bouteilles* ou bulles d'eau sont dilatables ou compressibles, c'est-à-dire, qu'elles occupent plus ou moins d'espace, selon que l'air qu'elles renferment est plus ou moins

plus ou moins échauffé, ou plus ou moins pressé. Elles sont rondes, parce que l'air renfermé agit également au-dedans d'elles en tout sens. La tunique qui les couvre est formée des plus petites particules du fluide ; & comme ces particules sont très-minces, & ne font que très-peu de résistance, la bouteille crève bientôt, pour peu que l'air se dilate. Le mécanisme de ces petites bouteilles est le même que le mécanisme de celles que les enfans forment avec du savon, en soufflant au bout d'un chalumeau.

Lorsqu'on a mis une liqueur sous le récipient de la machine pneumatique, & qu'on commence à pomper l'air, il s'élève, à la surface de la liqueur, des *bouteilles* ou bulles semblables à celles qui sont produites par la pluie. Ces *bouteilles* sont formées par l'air qui est renfermé dans la liqueur, & qui se trouvant moins comprimé lorsqu'on a commencé à pomper l'air du récipient, se dégage d'entre les particules du fluide, & monte à la surface.

Il en arrive autant à un fluide qui bout avec violence, parce que l'air qui y est contenu se trouvant raréfié par la chaleur, cherche à s'étendre & à se mettre au large, & s'échappe avec promptitude vers la surface du fluide où il se forme des bouteilles. *Voyez* BOUILLIR.

BOUTEILLE DE LEYDE. La bouteille de Leyde est un vase de verre mince, d'une forme quelconque, qui est garnie d'une substance électrisable par communication, tant à l'extérieur qu'à l'intérieur, jusqu'à deux pouces près de son orifice, & à laquelle on joint une tige terminée par un crochet I K qui traverse un bouchon, comme on le voit dans la *figure* 175. La matière électrisable par communication a été appliquée de M en L; la bouteille en est dégarnie de M en K. On y ajoute quelquefois pour la commodité une ceinture de cuivre L L, à laquelle on joint une chaîne N.

Cette bouteille, ainsi préparé, sert à faire l'EXPÉRIENCE DE LEYDE (*voyez* ce mot), d'où lui est venu le nom de *bouteille de Leyde*. Cette expérience ne fut connue qu'en 1746 ; & comme on ignoroit le nom de l'inventeur, on lui donna celui de la ville de Leyde où elle avoit été faite. Les uns pensent que c'est Muschenbroeck qui la fit le premier, d'autres croient que c'est M. Cuneus, disciple de Muschenbroeck.

Dans son origine cette bouteille n'étoit qu'un simple vase de verre, à moitié plein d'eau, extérieurement tenu par une main. Tandis qu'une chaîne suspendue au conducteur électrique, touchoit l'eau, on approcha la main libre de la chaîne, & on ressentit une puissante secousse à laquelle on a donné le nom de *commotion électrique*, *d'expérience de Leyde*.

La bouteille de Leyde est ordinairement de verre, mais elle peut être faite de toute matière *non-conductrice*, de toute substance *idio-électrique* ou *électrique par nature*, c'est-à-dire, de toute substance qui puisse être électrisée par frottement; ainsi la porcelaine, la faïence, le talc, le mica, la cire d'Espagne, les bitumes, &c. &c., peuvent être employés comme *bouteilles de Leyde ;* mais il faut que les vases qui en seroient faits, aient très-peu d'épaisseur ; autrement ils ne se chargeroient presque pas du fluide électrique, & ne donneroient qu'une commotion très-foible.

Ces vases, quels qu'ils soient, doivent entrer nécessairement armés sur leurs deux surfaces, l'intérieure & l'extérieure, d'une matière conductrice. L'eau & la main, dans la première expérience qui a été faite, étoient les substances conductrices qui constituoient l'armure. On leur substitue avec un égal succès de la limaille de fer ou d'autres métaux, mais plus communément on cole des feuilles d'étain laminé au-dehors & au-dedans, lorsque l'orifice du vase permet d'y introduire la main. Si l'ouverture est trop étroite, on y met des rognures de feuilles d'étain, des feuilles d'or, de l'aventurine, de la limaille, &c., on peut encore les étamer intérieurement comme les boules de verre, &c., ou mettre dans l'intérieur un peu de vernis gras pour faire adhérer de la limaille, ou de l'aventurine dans la surface interne de la bouteille. Voilà les principales manières dont on peut armer intérieurement des bouteilles de Leyde.

Lorsqu'on a fermé l'orifice de ces bouteilles ainsi arrangées, avec un bouchon de liége percé pour recevoir la tige I K, la bouteille peut servir en tout temps. Cet avantage ne se trouve pas dans les bouteilles de Leyde, pleine en partie d'eau, parce que l'eau par son mouvement dans le transport, ou par l'évaporation, mouillant la superficie interne de la portion supérieure, nuit au succès de l'expérience, en établissant une communication plus ou moins grande entre les deux surfaces, tandis qu'il ne doit point y en avoir, une surface devant être chargée positivement, & l'autre négativement.

La bouteille de Leyde ne diffère pas essentiellement d'un carreau électrique ou tableau magique, puisque le carreau est une bouteille applatie, & qu'on a toujours une substance non conductrice revêtue en grande partie d'une matière conductrice sur ces deux faces.

Pour charger la bouteille de Leyde, on approche son crochet du conducteur d'une machine électrique

mise en jeu, & on a soin de faire communiquer sa surface extérieure avec le réservoir commun, c'est-à-dire, avec la terre. (On peut encore la charger d'une manière inverse.) On la décharge en touchant par une boule de *l'excitateur* la surface extérieure, tandis qu'on amène l'autre près du crochet ou de la boule B, *figure* 169.

Les bocaux électriques & les jarres électriques ne diffèrent des bouteilles de Leyde que par la grandeur des surfaces. On les arme, on les charge & décharge de la même manière. On pourroit faire une batterie de bouteilles de Leyde, mais la petitesse du volume des bouteilles rendroit moins efficace la commotion. Car plusieurs petits vaisseaux, toutes choses égales, ne produisent point, il s'en faut de beaucoup, le même effet qu'un grand vase d'une surface égale. *Voyez* les articles BOCAL, BATTERIE, JARRE, ELECTRICITÉ, CARREAU ÉLECTRIQUE, TABLEAU MAGIQUE, COMMOTION ÉLECTRIQUE.

BOUVIER *ou Bootes*. C'est le nom d'une des constellations de l'hémisphère septentrional, dont les étoiles sont au nombre de 23 dans le catalogue de Ptolomée, & de 55 suivant Flamsteed. Le Bouvier vient après la grande Ourse, nommée par le peuple le grand Charriot, on le représente tenant un fouet à la main. Cette constellation est remarquable par une étoile de la première grandeur, appelée *Arcturus*, qui est dans la robe du Bouvier, presque entre ses deux genoux.

BOUZIN. C'est le nom que les gens de rivière donnent à des masses de glace spongieuse, contenant plus ou moins des fragmens de feuilles & de racines, de terre, de sable, de petits graviers, & d'autres saletés. Lorsqu'une rivière est prise par la gelée, si l'on en coupe un glaçon à quelque distance du bord, & qu'on l'enlève, on voit un instant après paroître à l'embouchure de ce trou une masse de *Bouzin*. Cette glace imparfaite & spongieuse, remplie de corps étrangers, vient-elle du fond, ainsi qu'il le paroît?

M. Hales est le premier physicien qui ait parlé des glaçons que les rivières charrient & des circonstances de leur formation. Il cite d'abord M. Plot, qui dans son Histoire de la province d'Oxford remarque, d'après le rapport des bateliers, que les rivières de cette province commençoient à geler par le fond. M. Hales joint à ce témoignage celui des bateliers de la Tamise, qui assuroient avoir retiré plusieurs fois du fond de cette rivière de gros glaçons à l'aide de leurs pics. Mais ces assertions ayant paru trop vagues à ce physicien, il a cru devoir y ajouter ses propres assertions; il faut cependant convenir qu'elles ne sont pas concluantes au point qu'il le pensoit. Aussi M. l'abbé Nollet trouva-t-il tant de confusion dans les détails de ces observations, & si peu de précision dans leurs résultats, qu'il crut devoir entreprendre en 1743 une suite d'expériences & de recherches dans la vue de constater le fait avancé par M. Hales ou de le détruire, ou enfin d'éclaircir ce qu'il y avoit d'équivoque. Ce physicien, en rendant compte de son travail, combat victorieusement la théorie de M. Hales; & au défaut d'observations bien propres à décider la question, il fait valoir avec beaucoup d'art des présomptions très-fortes. M. de Mairan, en adoptant les raisonnemens de M. l'abbé Nollet, soit dans l'Histoire de l'Académie, soit dans son traité de la glace, ne le fait cependant pas sans quelque réserve. Il avoue que le fait avancé par M. Hales termineroit toute discussion, s'il étoit bien constaté & bien vu, ce qui doit faire soupçonner que M. de Mairan n'envisageoit pas la formation de la glace sur le fond des rivières, comme absolument contraire à la théorie.

M. Desmarest ayant suivi de nouveau cette question, s'est d'abord convaincu, à mesure qu'il eut recueilli des faits, que la formation des glaçons ne pouvoit avoir lieu que dans des circonstances totalement différentes de celles qu'avoit annoncées M. Hales. On peut voir les deux mémoires qu'il a donnés à l'Académie des Sciences sur cet objet. Des faits qu'il a eu occasion d'observer principalement dans la petite rivière de Deome, sur laquelle est bâtie la papeterie d'Annonay de MM. Montgolfier. Il détacha avec un pic, du fond de la rivière, des glaçons d'une structure singulière; des masses de *bouzin* dans lesquels les sables étoient réunis par des cloisons de glace qui formoient autant de cellules qu'il y avoit de grains de sable; ils étoient à peu-près semblables à ceux qu'on voit sortir de l'eau, & flotter à la superficie de l'eau des rivières de la Marne, de la Seine, &c. Quelques-uns de ces glaçons de *bouzin*, où les sables se trouvent en moindre quantité, vus à travers deux pieds d'eau, ressembloient assez à des éponges. Ces glaçons lui parurent augmenter avec le froid au fond de l'eau, diminuer lorsque la température de l'air s'adoucit, se traîne ensuite pendant quelque temps sur le fond de la rivière, & une partie, après avoir perdu beaucoup de sables & de vase, remonter, & venir flotter à la surface du courant.

M. l'abbé Nollet pense bien différemment, ainsi que nous l'avons déjà dit. Selon lui le *bouzin* ne peut s'élever du fond, parce que le froid qui fait glacer vient de l'atmosphère, & que cette cause ne peut avoir son effet au fond de l'eau, sans avoir fait geler auparavant toute celle qui est au dessus. Il assure qu'en sondant le fond, on ne trouve jamais de glace, & que la terre y est le plus sou-

vent d'une autre couleur que celle dont le bouzin est rempli, & que cette saleté qu'on remarque dans cette glace spongieuse, ne se trouve pas dans des glaçons qui ont cinq à six pouces d'épaisseur, comme elle devroit y être, s'ils venoient du fond.

Pour savoir la vraie origine de cette sorte de glace, dit cet habile physicien, il faut observer que la gelée fait prendre les eaux courantes tout autrement que celle qu'on nomme dormantes, & que la glace des unes diffère beaucoup de celle des autres par sa dureté, sa couleur, sa transparence. Quand le froid agit sur une eau tranquille, il se communique uniformément d'une couche à l'autre; les parties se lient également, & l'air qui s'en échappe, gagnant toujours le dessous, en interrompt moins la continuité; ainsi cette glace est communément la plus dure, la plus unie, plus claire, & d'une couleur plus semblable à celle de l'eau. « Il n'en est pas de même des glaçons qu'on voit flotter sur les rivières, lorsqu'elles charient. Ils sont plus opaques, d'une couleur plus blanchâtre; ils ont moins de consistance; le dessous & les bords sont chargés d'une épaisseur assez considérable de bouzin. C'est une erreur de croire que ces glaçons flottans soient détachés des bords ou par la chaleur du soleil, ou par les soins de quelques meuniers qui rompent en certains endroits la glace qui les incommode; car la riviere charrie la nuit comme le jour; & la grande quantité de glaçons dont elle est continuellement couverte, ne peut point être regardée comme l'ouvrage d'un petit nombre de particuliers. Mais voici ce qui arrive. Quand la gelée est assez forte, non seulement l'eau se glace aux bords, & dans les anses où elle n'est point agitée par le courant, mais aussi dans les endroits où ses parties n'ont aucune vîtesse respective, c'est-à-dire, où elles n'ont qu'un mouvement commun qui ne les déplace point les unes à l'égard des autres. Ce sont ces endroits qu'on appelle *miroirs*, qu'on voit communément aux grandes rivières, & où l'eau semble être dormante, parce qu'on n'y apperçoit point de flots. Lors donc que la superficie d'un de ces miroirs est prise, il en résulte un glaçon isolé, qui suivant le courant, donne lieu à un autre de se former après lui dans la même place. Mais comme ces glaçons sont d'abord très-minces, ils n'y en a qu'une partie qui se conserve entiers, ou dont les fragmens restent d'une certaine grandeur, les autres sont brisés & comme broyés par mille accidens, de sorte que la rivière est couverte en partie de grands glaçons qu'elle charrie gravement, & en partie de ces petits fragmens, qui flottent au gré de l'eau, que le moindre obstacle arrête, ou qui sont poussés sous la glace qui tient au rivage.

De-là il arrive deux choses. Premièrement, « comme les grands morceaux de glace conservent plus de vîtesse que les petits, ceux-ci continuellement exposés à la rencontre des premiers s'amassent à leurs bords, & y forment comme une croute qui s'élève au-dessus du plan; ou bien passant dessous, & s'y arrêtant par le frottement, ils y sont fixés par la gelée, & ils augmentent l'épaisseur du grand glaçon. De-là vient que ces glaces flottantes sont d'une couleur blanchâtre & opaque, & qu'elles sont moins dures que celles des eaux dormantes, parce qu'elles sont faites pour la plus grande partie de toutes ces pièces mal jointes, & qui renferment entre elles ou beaucoup d'air, ou d'autres matieres qui s'y sont mêlées pendant qu'elles flottoient. Secondement, quand ces petits fragmens sont chassés sous la glace qui tient au rivage, ils ne s'attachent ensemble que fort imparfaitement, parce que le degré de froid qui y règne est à peine capable de geler. De-là vient le *bouzin* qui n'est qu'une glace spongieuse, qui a peu de consistance, & qu'on trouve toujours sale, parce qu'en obéissant au fil de l'eau sous la grande glace, elle a souvent touché le fond, & s'est chargée de sables, d'herbes, & généralement de tout ce qui a pu s'y attacher. Si donc l'on enlève un morceau de grande glace sous laquelle est le *bouzin*, celui-ci ne manque pas de s'en détacher par son propre poids; sa chûte le porte un peu avant dans l'eau, & un instant après, lorsqu'il remonte à la surface, il semble qu'il vient du fond ».

Il y en a qui ont pensé que dans les ruisseaux, les petites rivières, le *bouzin* se formoit au fond, & s'élevoit ensuite, parce que la terre étant gelée doit glacer l'eau par son contact, selon cette loi constante que l'eau qui se gèle ne reçoit cette modification que par le contact ou l'approche de quelque autre corps solide ou fluide, dont le degré de froideur surpasse celui qu'elle avoit avant de se geler, & va tout au moins jusqu'au froid de la congelation. L'eau se gelera dans ce cas, non seulement sur le fond de la rivière, mais même encore dans le fond; les molécules d'eau qui sont entre les grains de sable se congelant, formeront des masses celluleuses & spongieuses, qui s'éleveront lorsque le froid deviendra moindre. *Voyez* le mot GLACE, où nous avons rapporté à l'article *glace au fond des rivières* les expériences de MM. Brauns de Withemsbourg, Beckman, Illesen, Besson, &c., & qui ont été faites postérieurement.

BOYLE (*Robert*). Boyle est un des premiers savans qui se soit appliqué avec succès à la physique expérimentale depuis le renouvellement des sciences; il naquit à Lismore en Irlande, le 25 janvier 1626. Il fit ses premières études chez le grand comte de Cork, son père, & alla ensuite à Leyde pour les achever. Ses succès répondirent aux heureuses disposi-

tions dont la nature l'avoit doué : il voyagea ensuite principalement en France & en Italie, pour perfectionner ses connoissances.

Dès qu'il sut que la machine pneumatique avoit été inventée par Otto de Guericke, Bourguemestre de Magdebourg, il la fit executer & la rendit plus simple & plus commode. Quelques personnes moins bien instruites, ont attribué cette découverte à Boyle, mais cet illustre physicien avoue lui-même qu'il avoit déjà appris ce qu'avoient fait Otto de Guericke & le père Schott, jésuite.

Avec cet instrument Boyle fit la plupart des expériences de la machine pneumatique, relatives aux propriétés de l'air, telles que sa pesanteur, son élasticité, &c., dont nous avons parlé dans les articles relatifs.

Fixé à Oxford, il fit construire un observatoire très-beau, avec un cabinet de machines, & il les meubla d'instrumens qu'il fit construire sous ses yeux pour faire des expériences de divers genres. Tous les savans d'Angleterre s'étoient bientôt empressés de profiter de ses lumières; on peut le regarder comme le principal auteur de l'établissement de la société royale de Londres. *Charles* II, le roi *Jacques* & le roi *Guillaume* lui accordèrent une estime particulière.

Boyle composa un grand nombre d'ouvrages sur la physique, les mathématiques & même la théologie : on les a recueillis en 1744, à Londres, en 5 volume in-folio. Les principaux sont : les *nouvelles expériences physico mécaniques sur le ressort de l'air; des considérations sur l'utilité de la physique expérimentale; l'histoire générale de l'air; des expériences & observations sur le froid; les couleurs; les cristaux; la respiration; la salure de la mer; les exhalaisons; la flamme; le mercure, dans différens* traités séparés. Le *chimisque sceptique* & le *chrétien naturaliste* sont encore de lui. Dans ce dernier ouvrage il prouve que la physique expérimentale conduit au christianisme, bien loin d'en éloigner. On ne sera pas surpris qu'il ait donné pendant sa vie 300 livres sterlings par an pour la propagation de la foi en Amérique, & cent pour les Indes; & qu'il ait laissé en mourant un fond considérable pour un certain nombre de sermons, qu'on doit prêcher toutes les années, sur la vérité de la religion chrétienne en général, sans entrer dans les disputes particulières qui divisent les chrétiens. Il mourut à Londres, en 1691, âgé d'environ 65 ans.

On connoît sa belle expérience sur l'eau : ayant fait sécher de la terre & l'ayant pesée, il y planta une graine de citrouille. Il ne fit que l'arroser & elle produisit un fruit du poids de 14 livres. La terre, séchée de nouveau & pesée, ne parut pas avoir rien perdu de son poids. Vanhelmont fit cette expérience avec une branche de saule.

Boyle (*machine de Boyle*). *Voyez* Machine Pneumatique). La machine pneumatique a été inventée par Otto de Guerike, Bourguemestre de Magdebourg; mais comme Boyle a beaucoup perfectionné cet instrument, quelques-uns lui ont donné le nom de machine de Boyle.

Boyle (*vide de*). Le vide de Boyle est le vide pneumatique; celui qu'on fait avec la machine pneumatique.

Brachystochrone. C'est le nom que Jean Bernoulli a donné à la courbe de la plus prompte descente, celle par laquelle les graves descendent le plus vîte. Cette ligne n'est point une droite, tirée entre deux points donnés; car il ne faut pas confondre la ligne qui constitue la plus courte distance entre deux points avec la ligne par laquelle les corps tombent le plus rapidement. La première est nécessairement une ligne droite, la seconde est une ligne courbe, comme Galilée l'a dit le premier; mais elle n'est pas une ligne circulaire, ainsi que le pensa cet illustre physicien. Nous prouverons en son lieu que de trois corps égaux, par exemple, trois bales qui tombent en même-temps par une corde d'un arc de cercle, par l'arc de cercle & par la *brachystochrone* ou *cycloïde*, qui sont compromis entre les deux mêmes points, le corps qui arrive le plutôt au bas, c'est celui qui tombe par la *cycloïde*.

Bernoulli proposa, en 1697, aux géomètres de résoudre ce problême de la courbe qui étoit la *ligne de la plus vîte descente*. Leibnitz, Newton, Jacques Bernoulli, Lhopital en donnèrent la solution, ainsi que l'auteur du problême, & ils trouvèrent que cette ligne étoit une cycloïde ou plutôt un arc de cycloïde renversée. Huyghens fit ensuite une belle application de la *cycloïde* ou *brachystochrone* aux vibrations du pendule des horloges (*Voyez* Cycloide, Pesanteur, Pendule, &c.).

BRADLEY. Jacques Bradley, astronome de sa majesté britannique, naquit à Shireborn, dans le comté de Glocestre, en 1692. Après ses premières études sa famille le destina au ministère ecclésiastique; il fut ensuite nommé à la cure de Bridstow; mais la voix impérieuse de la nature l'appeloit à l'Astronomie. M. Bradley étoit neveu de M. Pound, célèbre dans la république des lettres par plusieurs excellentes observations, & c'étoit avec lui qu'il passoit tous les momens que son ministère lui laissoit libres. Le nom de Bradley devint bientôt célèbre, & dès que ses talens & ses progrès dans l'art d'observer furent connus de la société royale, elle s'empressa de se l'associer. Il fut

ensuite pourvu, le 31 octobre 1721, d'une chaire dans l'université d'Oxford, & devint par-là le collègue du célebre Halley.

Libre alors de se livrer tout entier à son goût pour l'astronomie, rien n'interrompit plus le cours de ses observations, & dès 1727, il fut en état d'en faire recueillir le fruit aux astronomes par la théorie de l'aberration des étoiles qu'il publia; théorie, dit M. de Fouchi, digne d'être mise au rang des plus belles, des plus utiles & des plus ingenieuses decouvertes de l'astronomie moderne (*Voyez* ABERRATION).

Trois ans après cette époque si glorieuse à M. Bradley, la place de lecteur en astronomie & en physique au *musœum* d'Oxford étant venue à vaquer, elle lui fut donnée. Les observations multipliées qu'il faisoit dans le ciel lui découvrirent bientôt que l'inclinaison de l'axe de la terre sur le plan de l'écliptique n'étoit pas constante, mais qu'elle éprouvoit un balancement de quelques secondes, dont la période étoit de neuf années: c'est ce balancement qu'il nomma *nutation de l'axe terrestre*. Il en fit part au public en 1737, se trouvant avoir donné en moins de dix années deux des plus belles découvertes de l'astronomie moderne.

Après la mort de Halley, M. Bradley lui succéda dans la place d'observateur & de garde de l'observatoire royale de Greenwich. C'est là qu'il fut dans son véritable élément, & il se livra avec une assiduité infatigable aux observations; il employa une somme de mille livres sterling ou d'environ vingt-deux mille cinq cent livres de notre monnoie à reparer les anciens instrumens, & à en faire construire de nouveaux; il profita des talens & des lumières de MM. Graham & Bird, pour cette exécution, & l'observatoire se trouva meublé de la plus complette collection d'excellens instrumens que l'astronome le plus jaloux de la perfection de ses opérations pût désirer. Aussi M. Bradley, muni de ce secours, redoubla-t-il l'assiduité de ses observations, & il s'en est trouvé une quantité presqu'incroyable à sa mort, qui arriva le 13 juillet 1762.

BRAS DE BALANCE. On donne ce nom aux deux moitiés du fléau d'une balance; ainsi chaque bras d'une balance est compris entre le centre & le point auquel on suspend une puissance. Ces bras sont égaux dans une balance ordinaire, & inégaux dans une romaine (*Voyez* BALANCE).

BRAS DE LEVIER. C'est une partie du levier, comprise entre le point d'appui & le point où une des puissances est appliquée, savoir la puissance proprement dite ou la résistance. Les bras d'un levier peuvent être égaux ou inégaux; ils peuvent être à droite & à gauche du point d'appui, comme dans le levier du premier genre, ou du même côté, ainsi que dans le levier du second & du troisième genre; ils peuvent être droits ou courbés: dans ce dernier cas, leur longueur n'est que la distance du point d'appui au point où une des puissances exerce réellement son activité. Mais dans tous ces cas, plus le levier est long, plus la force auquel il est appliqué a de force & d'énergie; car la force ici est la quantité de mouvement (*Voyez* MOUVEMENT, *quantité de mouvement*): or, celle-ci est le produit de la masse par la vîtesse, ou par la distance au point d'appui, puisque la masse est toujours supposée la même à divers degrés d'éloignement du point d'appui; le temps est encore le même par l'hypothèse, & qu'enfin la vîtesse; dans ce cas, doit être comme les espaces parcourus, c'est-à-dire, les arcs décrits, & ceux-ci comme les rayons, ou distances du point d'appui qui ne diffèrent par des bras du levier.

BRASILLER. On sait que la mer, principalement dans quelques parages, est lumineuse pendant la nuit; lorsqu'elle est agitée elle fait paroître des feux & de petites étincelles. On apperçoit sûr-tout cette lumière le long des côtés des vaisseaux qui cinglent en pleine mer. Nous parlerons avec toute l'étendue nécessaire des phénomènes & des causes de cette scintillation de la mer à l'article MER, *mer lumineuse*. Ainsi on dit donc quelquefois que la mer brasille, c'est-à-dire, scintille, jette des étincelles, paroît lumineuse.

BRASSE. Comme ce terme de marine est en usage dans les ouvrages de physique, lorsqu'il s'agit, par exemple, de plonger un corps dans la mer, d'en tirer l'eau, &c. à une certaine profondeur, il est à propos d'en donner une évaluation. La grande brasse en usage sur les vaisseaux de guerre est de six pieds; la moyenne sur les vaisseaux marchands est de cinq pieds & demi; la petite sur les barques n'a que cinq pieds. Tous les cordages se mesurent par brasses. Les cables des plus grands vaisseaux ont 120 brasses ou 720 pieds.

BRILLANT. C'est parmi les diamantaires, un diamant taillé dessus & dessous. Le brillant vu par sa table est composé de quatre biseaux qui formeroient un quarré sans les coins qui l'arrondissent.

Le brillant métallique est un éclat propre aux substances métalliques; il dépend principalement d'une opacité naturelle qui est plus grande dans ces matières que dans la plupart des autres, d'une densité considérable, d'un poli dans les surfaces; d'où il résulte qu'une grande quantité de rayons sont réfléchis vers l'œil. On sait encore que le brillant métallique se retrouve dans les métaux

dissous, mais précipités par l'intermède d'un autre métal.

Briquet physique. On a donné le nom de briquet physique à une petite boîte de poche, faite en fer blanc, qui contient des allumettes, une petite verge de fer, une bougie & un flacon rempli de phosphore. Pour se procurer à volonté de la lumière, il suffit de plonger une allumette dans le flacon, en produisant un petit frottement sur le phosphore : aussi-tôt qu'on la retire elle s'allume, & communique ensuite la lumière à la petite bougie. La petite verge de fer sert à frotter vivement le phosphore, lorsque l'allumette a de la peine à prendre feu. C'est vers le milieu de 1786 qu'on a connu à Paris ce petit appareil qui renferme une utile application de la propriété qu'a le phosphore de s'enflammer à l'air libre.

La manière de préparer le phosphore, de l'introduire sans danger dans le flacon, & de le disposer à s'allumer aussi-tôt qu'il est en contact libre avec l'air; cette manière est simple & facile. On prend un petit bâton ou cylindre de phosphore qu'on essuie exactement avec un vieux linge; on le coupe ensuite dans sa longueur en quatre, six ou huit morceaux, suivant l'épaisseur du bâton de phosphore, & selon l'ouverture du flacon. Ensuite on laisse le flacon ouvert pendant trois ou quatre heures, plus ou moins selon la température de l'air. Peu-à-peu le phosphore change de couleur, il perd sa transparence; il devient jaune, quelquefois rouge; c'est une espèce d'efflorescence & de décomposition qui lui arrive, & dans cet état la préparation du briquet est achevée. C'est alors qu'il convient de boucher le flacon. On peut aussi accélérer cette décomposition du phosphore, en soufflant dans l'intérieur du flacon, lorsque le phosphore y est déjà introduit.

Il y a encore un autre procédé qui consiste à introduire le phosphore encore tout humide, & à chasser l'humidité à l'aide du feu; mais cette méthode entraîne de grands inconvéniens; 1°. le flacon peut casser à la moindre chaleur; 2°. si on le chauffe brusquement, le phosphore est lancé quelquefois très-loin hors du flacon, & même avec explosion : ainsi ce procédé en général doit être proscrit.

On a encore employé la méthode suivante de M. Magotti, laquelle est moins commode que les précédentes. Il faut mettre dans un flacon trois ou quatre petits morceaux de phosphore bien sec & de la grosseur d'un pois; & ensuite introduire dans le flacon un fil de fer rougi au feu. Aussi-tôt le phosphore bouillonne & se divise en parties très-ténues qui tapissent l'intérieur du flacon. Retirez ensuite le fil de fer qui entraînera en sortant un long jet de flamme; laissez le flacon ouvert pendant une heure ou deux, pour que l'air atmosphérique pénètre & calcine le phosphore qui prend une couleur rouge. Lorsqu'on verra cette couleur, on introduira de nouveau dans le flacon de petits morceaux de phosphore qu'on brûlera de la même manière, en observant toutefois que dans cette opération & les suivantes, le fil de fer n'a besoin que d'une chaleur de 60 degrés. Après l'avoir retiré, on laissera le flacon ouvert pendant un quart d'heure, & on réitérera la même opération jusqu'à ce qu'il soit entièrement rempli de phosphore.

On observera essentiellement, 1°. qu'il faut que le flacon ne soit pas trop froid quand on commence à y faire fondre le phosphore; 2°. qu'il faut bien se garder de trop incliner le flacon dans cette opération, parce que le phosphore pourroit couler & embrâser les corps sur lesquels il tomberoit; 3°. que plus le phosphore se sature d'air après la fusion, plus il acquiert d'affinité avec l'air vital, & devient inflammable à toutes les températures de l'air libre. Ce procédé est tiré du journal *de la nature considérée sous ses divers aspects*, année 1787, tome 1er., auquel j'ai travaillé pendant plusieurs années; & auquel j'ai fait succéder le *journal des sciences utiles*.

Lorsque les allumettes plongées dans les flacons des briquets physiques ne prennent pas feu à cause de l'humidité qui s'est communiquée au phosphore, on doit gratter la surface de ce phosphore, & essuyer les parois intérieures du flacon. Mais un moyen plus simple de parer à cet inconvénient, est le suivant; il consiste à plonger comme à l'ordinaire l'allumette souffrée dans le flacon, en lui faisant toucher le phosphore. On la frotte ensuite vivement deux à trois coups sur un morceau d'amadou, & dans l'instant l'allumette & l'amadou s'enflamment.

BRISE. C'est le nom qu'on donne sur mer, & particulièrement dans les isles de l'Amérique, aux différens rumbs de vent; on dit la brise de l'est, de l'ouest, &c. (*Voyez* Vent).

BRONCHES. On donne ce nom aux petits tuyaux dans lesquels se divise la trachée-artère à son entrée dans les poumons, & qui sont distribués dans chaque partie du poumon, pour servir de passage à l'air dans la respiration. Les rameaux des bronches en se subdivisant, deviennent capillaires; ils passent dans les petits lobules des poumons, & paroissent former par leur expansion, les cellules avec lesquelles ils communiquent. Comme il est nécessaire de se faire une idée des bronches pour bien comprendre ce qui a rapport à *l'air, relativement à l'économie animale*, *V.* Air. n°. XII; je fais voir dans mes cours publics de Physique une injection faite avec de l'étain dans un poumon : elle représente la trachée-artère, les bronches, leurs

ramifications, divisions & sous-divisions. On croiroit voir un arbre très-ramifié.

Les artères & les veines qui accompagnent les différentes ramifications dont on vient de parler, se nomment bronchiales.

On appelle bronchiques les muscles qui sont situés sur les bronches.

BRONZE. C'est un composé de cuivre & d'étain; quelquefois on y met un peu de zinc. Le cuivre qui entre dans le bronze ne doit pas être seulement du cuivre rouge, mais un mélange d'environ deux tiers de cuivre rouge, & d'un tiers de cuivre jaune dans lequel on met de la calamine. Les compositions du bronze varient beaucoup. L'étain qu'on met dans le bronze étant moins sujet à l'humidité de l'air, & conséquemment à la rouille, empêche que le bronze ne se couvre autant de verd de gris que le cuivre pur; il empêche encore que le bronze ne se refroidisse trop vîte, ce qui lui donne le temps de parvenir, lorsqu'on le coule, dans les parties du moule les plus éloignées du fourneau.

L'art de fondre des statues n'a point été inconnu des anciens, mais il ne nous reste que de petits ouvrages en ce genre; ils ont ignoré l'art de jeter en fonte de grand morceaux. Le colosse de Rhodes, & la statue colossale de Néron, n'étoient que de platinerie de cuivre sans être fondues. Les statues de Marc-Aurele à Rome, de Côme de Médicis à Florence, de Henri IV à Paris, ont été fondues à plusieurs reprises. La statue équestre de Louis XIV, de la place Vendôme à Paris, peut être regardée comme le chef-d'œuvre de la fonderie, lorsqu'on considère la masse de ce groupe colossal qui est d'un seul jet, quoiqu'elle pèse plus de soixante mille livres de bronze. Le monument élevé à la gloire de Louis XV est un chef-d'œuvre digne du premier.

On emploie encore le bronze à la construction des cloches, parce que ce métal est très-sonore, c'est-à-dire, que ses parties insensibles sont très-propres à faire ces vibrations partielles qui constituent le son. (*Voyez* SON). Mais il est un art savant de fondre les cloches; plusieurs auteurs ont traité des proportions relatives à cet objet. On en trouve un precis suffisant dans le spectacle de la nature, auquel nous renvoyons.

BROYEMENT. C'est par la mastication que l'on broye ou divise les alimens : ainsi broyer, c'est diviser & réduire un corps en petites parties.

BROUILLARD. Les brouillards sont des météores aqueux, composés de vapeurs grossières & d'exhalaisons qui restent suspendues près de la superficie de la terre, & troublent plus ou moins la transparence de l'air, de telle sorte qu'il est quelquefois impossible de distinguer les objets, même peu éloignés. Les vapeurs & les exhalaisons qui forment les brouillards peuvent venir immédiatement de la terre ou de l'atmosphère : de là deux sortes générales de brouillards, les *ascendans* & ceux qui sont *descendans*. Nous parlerons ailleurs de la cause qui élève les VAPEURS & qui les retient suspendues; ici il suffit de savoir que, par une cause quelconque, les vapeurs & les exhalaisons sont élevées à différentes hauteurs dans l'atmosphère, & qu'elles y restent pendant quelque temps en équilibre.

Lorsqu'on regarde de loin des brouillards, ils paroissent être comme de grandes & vastes masses d'eau : l'illusion est la même que lorsqu'on voit du bas d'une montagne des nuages; mais elle cesse bientôt dès qu'on entre dans le brouillard, ou dans les nuages sur le sommet d'une montagne; on est tout étonné de n'appercevoir que de légères vapeurs qui flottent librement dans l'atmosphère, & qu'on divise avec la plus grande facilité.

Les brouillards obscurcissent l'air par la grandeur de leur volume & l'expansion de leur masse. Une couche mince de vapeurs est diaphane & laisse un passage libre à la lumière, mais plusieurs couches d'une certaine épaisseur troublent la transparence de l'air, parce que les couches de vapeurs, agitées non-seulement d'un mouvement intestin & de fluidité, mais encore de fluctuation, sont tellement disposées que les pores ne correspondent pas entre eux dans chaque couche, & que, l'alignement ne s'y trouvant pas, la lumière ne peut les pénétrer & les traverser comme elle le fait dans les corps diaphanes. *Voyez* mon *électricité des météores*.

Les brouillards sont fréquens, abondans & épais, dans les contrées froides & humides. Dans l'Islande, le Groenland, dans la Baye d'Hudson, & dans toutes les mers glaciales, on voit régner des brouillards ou brumes continuelles fort épaisses, malgré la violence des vents qui y soufflent si souvent : elles répandent dans ces contrées d'épaisses ténèbres qui durent plusieurs jours. On en observe dans le Spitzberg, dans la nouvelle Zemble, dans le Kamtschatka, & dans la plupart des contrées septentrionales On en observe encore dans l'hémisphère méridional aux environs du cercle polaire antarctique. Les navigateurs ont souvent couru les plus grands dangers dans les deux hémisphères par les brumes épaisses qui y règnent si souvent.

Les brouillards ont sur-tout lieu en hiver, même dans les contrées les plus chaudes. A Lima, par exemple, & dans toutes les vallées du Pérou, la terre, dans la saison froide, est couverte de brouillards épais qui ne se bornent pas à la terre, mais

s'étendent aussi sur les plages de la mer. Ces brouillards se maintiennent souvent sur la surface des terres jusqu'à environ midi; alors il s'élève sans se dissiper entièrement. Dans les Philippines & sur-tout à Mindanao, après que les terres ont été détrempées par la saison pluvieuse, on apperçoit des brouillards épais s'élever dans l'air & l'obscurcir tous les matins; ils sont sur-tout plus sensibles & plus fréquens dans les vallées & le long des montagnes, où les vents d'orage qui règnent alors, contribuent à les condenser: ils se maintiennent quelquefois huit jours de suite, & ne sont dissipés que par des tempêtes violentes, accompagnées de pluies & de tonnerres. Dès que ces tempêtes ont cessé, ces brouillards se reforment de nouveau & durent jusqu'à ce que la saison sèche succède à la saison humide.

Dans des pays plus tempérés que ceux dont nous venons de parler, les brouillards ont encore lieu; en Italie, particulièrement à Rome & dans les environs, les brouillards sont assez fréquens en hiver, sur-tout après les pluies ou les neiges. Ces brouillards sont épais, & répandent dans l'air une obscurité sensible; ils sont d'une odeur âcre & souvent fétide, ce qu'on a attribué à la quantité d'exhalaisons sulfureuses & salines qui s'élèvent de la terre. Ces brouillards sont toujours dissipés à midi au plus tard; le soleil en raréfie une partie qui s'élève dans la région supérieure, tandis qu'une portion retombe en pluie fine sur la terre. *Hist. natur. de l'air*, &c.

Lorsque les brouillards sont chargés d'exhalaisons infectes & insalubres, elles causent différentes maladies. En 1733, au rapport de Muschenbroeck, une partie de l'Allemagne étoit incommodée de brouillards qui venoient de la Pologne, & qui s'étendoient dans la Hollande. Ces brouillards occasionnèrent des péripneumonies & des toux qu'on ne pouvoit calmer, & qui firent mourir beaucoup de personnes. Ce qui prouve que le brouillard est souvent composé d'exhalaisons, différentes des vapeurs, c'est non-seulement l'odeur fétide qu'il répand dans certaines circonstances, mais encore c'est qu'après la chûte du brouillard, on trouve quelquefois sur la surface de l'eau une pellicule grasse tirant sur le rouge. On s'en apperçoit encore par l'âcreté qu'on ressent à la gorge & aux yeux, que les brouillards contiennent des exhalaisons.

Il tombe assez souvent en France, quand les années sont pluvieuses, ou quand des vents humides & chauds règnent dans le mois de juin & de juillet; il tombe alors un brouillard gras que les agriculteurs ont nommé *nielle*, qu'on prétend nuire aux fruits & aux grains, parce qu'il cause, dit-on, ces maladies du blé, connues sous le nom de *nielle* & de *rouille*, celle du *seigle ergoté* ou *blé cornu*: les grains ainsi affectés ont plus d'un demi pouce de grosseur. Le vice de ces grains est tel, que si on ne sépare pas ceux qui sont gâtés des autres, & qu'on en fasse du pain, les personnes qui en mangent sont attaquées de différentes maladies, telles que des fièvres malignes, des gangrènes, des sphacèles. Il y a des auteurs qui croient que ces maladies des grains dont on vient de parler sont produites par des insectes, mais leur existence n'est pas constatée.

Dans nos climats l'air est calme lorsqu'il y a brouillard, car le vent le dissipe ordinairement. Mais, comme nous l'avons dit, il subsiste malgré la violence des vents dans les contrées glaciales: les vents, bien loin de les dissiper les augmentent, parce qu'ils poussent les vapeurs contre des montagnes & des rochers, &c. qui les retiennent & les accumulent: souvent les vents seuls sont capables de les amener de loin, & de les réunir dans des contrées où ils n'y auroit pas des obstacles, tels que ceux dont nous venons de parler. Lorsque le vent ne dissipe pas les brouillards directement, il produit quelquefois une pluie fine, ce qui vient de l'accumulation de plusieurs molécules aqueuses réunies, qui, devenant alors plus pesantes qu'un égal volume d'air, doivent se précipiter sur la surface de la terre. Cela arrive sur-tout si plusieurs vents soufflent ensemble de divers côtés.

C'est dans les mois d'octobre, novembre, décembre, janvier, février & mars, que les brouillards règnent plus communément. Il y en a au contraire très-peu ordinairement dans les mois de mai, juin, juillet & août. Voici le résultat des observations de Muschenbroeck, à Leyde, pendant l'espace de 29 ans. Il y a eu 132 fois de brouillard en janvier; 83 en février; 44 en mars; 13 en avril; 3 en mai; 4 en juin; 2 en juillet; 2 en août; 13 en septembre; 52 en octobre; 96 en novembre; 98 en décembre. La plupart des brouillards qui s'élèvent en Hollande, paroissent après un vent d'ouest, ou lorsque ce vent souffle. La même chose se remarque lorsqu'il règne des vents de sud-ouest & de sud-est, mais rarement avec les autres vents. Cet effet vient de ce que ces vents apportent beaucoup de vapeurs de la mer qui est dans le voisinage de ce pays.

On ne sera pas surpris d'après ce qu'on vient de lire, que les brouillards soient assez fréquens dans la saison froide, sur-tout dans les lieux qui sont proches des rivières, des étangs, des marais, & des forêts.

M. de Maupertuis, parlant des brouillards du nord, dans son traité *de la figure de la terre*, dit qu'il ne sait, si c'est parce que la présence du soleil sur l'horison fait élever des vapeurs qu'aucune nuit ne fait descendre; que pendant deux mois qu'il passa sur les montagnes de Laponie, le ciel en fut toujours chargé jusqu'à ce que le vent de nord vint dissiper ces brouillards. Ce qui confirme cette idée que ces météores dépendent d'une évaporation abondante qui résulte du long séjour que le

séjour que le soleil fait sur l'horison dans ces pays septentrionaux, c'est qu'ils sont remplis de lacs, de rivieres, & même de sources chaudes, d'où il sort continuellement des vapeurs que l'épaisseur de l'air & sa fraîcheur naturelle conservent & réunissent à une certaine hauteur de l'atmosphère, jusqu'à ce que les vents secs du Nord les transportent plus loin, & rendent l'air pur & le ciel brillant. En vain on lui a objecté qu'en certaines saisons on trouve aussi des brouillards épais & presque continuels sur la côte de Coromandel, dans les Philippines, & en diverses contrées des Indes orientales, ce que l'on ne peut attribuer au long séjour du soleil sur l'horizon, puisque dans ces climats il n'y a pas beaucoup de différence pendant tout le cours de l'année, entre la longueur des jours & celle des nuits. Mais on peut répondre que les brouillards n'ont lieu dans les régions situées sous la zône torride que dans la saison des pluies, lorsque les terres fortement humectées peuvent fournir une grande évaporation, d'autant mieux soutenue, que le sol, par la chaleur habituelle dont il est pénétré, est toujours disposé à une transpiration abondante; le soleil qui y est alors perpendiculaire, même dans cette saison, où il est presque toujours couvert, a une action bien plus forte que dans des pays qu'il ne frappe jamais qu'horisontalement de ses rayons, lors même qu'il ne cesse de les éclairer pendant une longue suite de jours.

On objecte encore que si la cause que M. de Maupertuis assigne aux brouillards de Laponie étoit bien réelle, il s'ensuivroit que dans le Spitzberg les brouillards devroient être d'une épaisseur extrême pendant que le soleil est à son plus haut point, & même durant tout l'été de ce climat, puisque le soleil est continuellement sur l'horison. Cependant l'expérience prouve le contraire, & Frédéric Martens observe, dans son *Voyage au Spitzberg*, que les pêcheurs de la baleine jouissent alors d'un temps clair & serein. Mais on peut dire que le Spitzberg a beaucoup moins d'eaux & de lacs que la Laponie, & que par conséquent l'évaporation ne peut pas y être assez forte, ni l'atmosphère aussi chargée; le sol en est ordinairement sec & pierreux, & il paroît encore que ce pays est plus ouvert aux vents du nord. D'ailleurs on n'en connoît pas l'intérieur, & on ne juge que des côtes, qui par-tout sont plus sujettes à être balayées par les vents, & à jouir d'un air plus pur & d'un ciel plus brillant. *Figure de la terre*, par Maupertuis, pag. 19; & *Histoire naturelle de l'air*, &c. pag. 182, &c.

L'évaporation n'est peut-être en aucun autre endroit du monde aussi forte, aussi continuelle, & aussi remarquable qu'au grand banc de Terre-Neuve, dans la mer du Nord. Ce banc est une montagne cachée sous les eaux à près de six cent lieues du côté de l'Occident. Dans ce parage l'air y est ordinairement couvert d'une brume froide & épaisse, qui fait connoître le banc à ses approches. Le père Charlevoix, dans son journal historique, prétend que c'est du grand banc que viennent les brouillards dont l'île de Terre-Neuve est ordinairement couverte de ce côté, de même que le cap Raze, qui cependant en est éloigné de 35 lieues; ajoutons que sur les extrémités de ce banc les vents y sont toujours impétueux & la mer agitée; agitation qui concourt à faire élever les vapeurs.

Lorsque les brouillards ne contiennent pas d'exhalaisons, mais seulement des vapeurs, c'est-à-dire, des molécules aqueuses; alors ils n'ont ni fétidité, ni âcreté; ils ne sont aucunement nuisibles, mais bien plutôt salutaires. Après les avoir respirés, on ne sent que cette douce fraîcheur que porte l'eau pure dans les corps qu'elle pénètre insensiblement; ils ont à la longue les effets du bain; ils donnent du relâchement aux fibres, & plus de souplesse aux corps, en diminuant leur élasticité. Tels sont les brouillards de quelques plaines basses, traversées par de grandes rivières, qui coulent sur un sable pur.

M. Deluc a observé que les brouillards font monter le thermomètre qu'on y expose, & qu'ils garantissent de la gelée. Il a encore remarqué que lorsque les brouillards sont abondans, ils reposent sur la plaine, & y forment une couche de 50 à 60 toises d'épaisseur; qu'en certaines circonstances ils s'élèvent & obscurcissent la plaine comme le feroient des nuages; mais cette couche ne s'élève guères plus de 300 toises, & l'air reste serein au-dessus. Si l'air se réchauffe par la seule action du soleil, les brouillards se dissipent & l'air reste serein; mais si ce changement de température vient d'un vent du sud ou de sud-ouest, les brouillards s'élèvent & forment des nuages. Cette ascension est ordinairement un signe de pluie, & le baromètre baisse en même temps.

Le brouillard paroît plus sensiblement le soir & le matin. Voici pourquoi. Le soir, après que la terre a été échauffée par les rayons du soleil, l'air venant à se refroidir tout-à-coup après le coucher de cet astre, les particules terrestres & aqueuses qui ont été échauffées, s'élèvent dans l'air ainsi refroidi, parce que dans leur état de raréfaction, elles sont plus légères que l'air condensé. Le matin, lorsque le soleil se lève, l'air se trouve échauffé par ses rayons beaucoup plutôt que que les exhalaisons qui y sont suspendues; & comme ces exhalaisons sont alors d'une plus grande pesanteur spécifique que l'air, elles retombent vers la terre.

Le brouillard est plus fréquent en hiver qu'en aucun autre temps, parce que le froid de l'atmosphère condense fort promptement les vapeurs & exhalaisons. C'est par la même raison qu'en hiver l'haleine qui sort de la bouche forme une espèce de

nuage qui ne paroît pas en été. De-là vient encore que le brouillard règne plusieurs jours de suite dans les pays froids du Nord.

Le brouillard se manifeste, soit que le baromètre se trouve haut ou bas. Le brouillard étant une espèce de pluie, n'a rien d'étonnant, quand le mercure est bas : mais lorsqu'il se tient haut, on aura du brouillard; 1°. si le temps a été long-temps calme, & qu'il se soit élevé beaucoup de vapeurs & d'exhalaisons qui aient rempli l'air & l'ayent rendu sombre & épais; 2°. si l'air se trouvant tranquille, laisse tomber les exhalaisons, qui passent alors librement à travers.

Le brouillard tombe indifféremment sur toute sorte de corps, & pénètre souvent dans l'intérieur des maisons lorsqu'il est fort humide. Il s'attache alors au mur & s'écoule en bas, en laissant sur les parois de longues traces qu'il a formées.

L'opacité du brouillard est causée, selon quelques auteurs, par l'irrégularité des pores que forment les vapeurs avec l'air. Cette irrégularité dépend de la grandeur de ces pores, de leur figure, & de leur disposition. Cela peut venir aussi de la différence de la densité qu'il y a entre les exhalaisons de l'air; car, lorsque la lumière du soleil fait effort pour pénétrer à travers l'air, elle est continuellement forcée de se détourner de son droit chemin, & de changer de route. C'est pour cela qu'il arrive souvent que l'air, quoique fort peu chargé de vapeurs, paroît être fort nébuleux & fort sombre; au lieu qu'il devient transparent & plus clair, lorsqu'il se remplit d'une plus grande quantité de vapeurs, qui se distribuent d'une manière plus uniforme par toute l'atmosphère.

Le brouillard est quelquefois fort délié, & dispersé dans une grande étendue de l'atmosphère; de sorte qu'il peut recevoir un peu de lumière; on peut alors envisager le soleil à nu sans en être incommodé. Cet astre paroît pâle, & le reste de l'atmosphère est bleu & serein. Le 1er juin 1721, on observa à Paris, en Auvergne, & à Milan, un brouillard qui paroît avoir été le même dans tous ces endroits, & qui doit avoir occupé un espace considérable dans l'atmosphère.

On demande, 1°. pourquoi il fait beau en été lorsque l'air se trouve chargé de brouillards le matin. Cela vient apparemment de ce que le brouillard se trouvant mince & délié, est repoussé vers la terre par les rayons du soleil; de sorte que ces parties devenues fort menues, & étant séparées les unes des autres, vont flotter çà & là dans la partie inférieure de l'atmosphère, & ne se relèvent plus.

2°. Pourquoi il se forme tout à coup de gros brouillards à côté & sur le sommet des montagnes. On ne sauroit en imaginer de cause plus vraisemblable que les vents, qui venant à rencontrer des vapeurs & des exhalaisons déliées & dispersées dans l'air, les emportent avec eux, & les poussent contre les montagnes, où ils les condensent. Lorsque l'on se tient dans une vallée, d'où l'on considère de côté une montagne, à l'endroit où le soleil darde ses rayons, on en voit sortir une épaisse vapeur, qui paroît s'élever comme la fumée d'une cheminée : mais lorsqu'on regarde de front l'endroit éclairé de cette montagne, on ne voit plus cette vapeur. Cela vient de la direction des rayons de lumière. Lorsque dans une chambre obscure on laisse entrer les rayons du soleil par une petite ouverture, on voit, en regardant de côté, de petits filets & une poussière fort fine dans un mouvement continuel; mais lorsque les rayons viennent frapper directement la vue, ou qu'ils tombent moins obliquement dans l'œil, on n'aperçoit plus ces filets flottans. C'est le cas des vapeurs qui s'élèvent de la montagne, que l'on envisage de côté; car on voit alors les vapeurs qu'elle exhale, au lieu qu'elles disparoissent, quoiqu'elles montent toujours également lorsqu'on regarde la montagne de front.

Les brouillards ne sont que de petits nuages, placés dans la plus basse région de l'air; & les nuages que des brouillards qui se sont élevés plus haut. *Voyez* NUAGE.

Les objets que l'on voit à travers le brouillard paroissent plus grands & plus éloignés qu'à travers l'air ordinaire. *Voyez* VISION.

L'on choisit pour pêcher les harengs un temps rempli de brouillards].

De ce qu'on a vu jusqu'à présent, on doit conclure qu'il y a deux sortes de brouillards, ainsi que je l'ai déjà indiqué au commencement de cet article; savoir, des *brouillards ascendans* & des *brouillards descendans*. Les premiers sont formés par les vapeurs qui s'élèvent des fleuves, des rivières, des marais, des étangs, des mers, & de la terre même, sur-tout lorsqu'elle est humectée par des pluies, des neiges, de la rosée, du serein, &c. Les seconds, les brouillards descendans, résultent des vapeurs répandues dans l'atmosphère, qui, par des alternatives de chaud & de froid, conséquemment de raréfaction & de condensation, par l'impulsion des vents ou par d'autres causes de ce genre, tombent sur la terre après s'être réunies plusieurs ensemble, de sorte qu'elles forment alors des vapeurs plus pesantes spécifiquement qu'un égal volume d'air de la couche où elles étoient d'abord.

En effet, si l'air de chaud devient froid, ou de froid plus froid encore, ses molécules se rapprochent, une portion quelconque de sa masse devient

plus denſe, ayant plus de matière ſous un égal volume; les particules de vapeurs ſe réuniſſent conſéquemment, augmentent auſſi de maſſe & doivent tomber dans la partie inférieure de l'atmoſphère, & flotter près de la ſurface de la terre.

Si ce changement de température avoit eu lieu dans une haute région de l'atmoſphère, les vapeurs, en deſcendant ſucceſſivement dans les couches inférieures, auroient tellement augmenté de maſſe, qu'elles ſeroient tombées en pluie, parce qu'elles auroient alors formé de groſſes gouttes d'eau; mais l'alternative de chaud & de froid n'exiſtant que dans les couches aſſez proches de la ſuperficie de la terre, les vapeurs qui ſont devenues plus peſantes par l'acceſſion de nouvelles molécules, ſont deſcendues dans la couche inférieure de l'atmoſphère, voiſine de la ſurface du globe, où trouvant un air plus peſant que celui qu'elles ont abandonné, elles flottent en équilibre ſous la forme de brouillard.

Les vents peuvent produire un effet analogue en condenſant l'air. Pluſieurs vents ſoufflant de divers points de l'horizon, augmenteront la maſſe de l'air dans un endroit déterminé, celui où leurs directions paroiſſent conſpirantes; alors les vapeurs accumulées devenant plus peſantes, deſcendent ſucceſſivement juſqu'à la couche d'air inférieure où elles ſe trouvent en équilibre; un ſeul vent qui ſoufflera contre une montagne, produira le même effet; il en ſera de même ſi ſa direction le porte obliquement contre la terre, puiſqu'il en réſultera toujours une accumulation de vapeurs qui en deviendront plus peſantes; ſi les vents ont paſſé ſur des lieux humides, l'effet en ſera bien plutôt produit.

On obſervera que dans ces différentes circonſtances, ſi les vapeurs avoient été réunies à une hauteur plus grande dans l'atmoſphère, leur augmentation auroit pu être telle qu'il en ſeroit réſulté une petite pluie ou une bruine, effet qui auroit encore lieu, ſi à la même hauteur d'où tombent les brouillards, la cauſe qui en produit la deſcente avoit plus de force ou de continuité.

La raréfaction de l'air, par quelque cauſe qu'elle arrive, peut auſſi occaſionner des brouillards; car l'air, en ſe dilatant, abandonne les vapeurs dont il étoit chargé; & celles-ci, en retombant dans une couche d'air inférieure, & conſéquemment plus peſante, s'uniſſent avec d'autres molécules & deviennent plus ſenſibles. Sous le récipient de la machine pneumatique, on voit, lorſqu'on raréfie l'air, les vapeurs que l'air abandonne flotter en forme d'un léger brouillard. Ainſi la condenſation, la raréfaction de l'air & les vents ſont des cauſes de brouillards.

Nous ne parlerons point ici des brouillards dans l'état de congélation. Lorſqu'il gèle, les brouillards mouillent, comme dans les autres temps, tous les corps qu'ils rencontrent; & ceux-ci ayant conſéquemment le degré de froid néceſſaire pour geler l'eau qui eſt en contact avec eux, transforment en petits glaçons les vapeurs aqueuſes des brouillards. *Voyez* GIVRE.

C'eſt à deſſein que nous n'avons pas parlé ici du fluide électrique comme cauſe de l'élévation des molécules aqueuſes qui forment les brouillards aſcendans, &c, parce que cet objet a déjà été traité à l'article de l'*élévation des vapeurs*. *Voyez* VAPEURS. On y a vu que le fluide électrique qui s'élève quelquefois de la terre dans l'atmoſphère, lorſque la terre eſt électriſée poſitivement & l'atmoſphère négativement, y entraîne avec lui les molécules aqueuſes qui étoient dans le ſein de notre globe ou près de ſa ſurface; comme dans des circonſtances oppoſées, lorſque l'atmoſphère eſt électriſée poſitivement, les vapeurs ſont portées vers la ſurface de la terre. *Voyez* auſſi mon *Electricité des météores*, tom. II, pag. 87 & ſuivantes.

Les brouillards étant compoſés principalement de vapeurs flottantes dans l'air, ſont conſéquemment très-ſuſceptibles de recevoir l'électricité, de s'en charger, de la tranſmettre aux corps qui y ſont expoſés, & de donner des ſignes électriques. Je ne répéterai point ici les expériences qui conſtatent ces vérités, & qui ſe trouvent dans mon ouvrage de l'*électricité des végétaux*, page 49. Des portions de brouillards renfermées dans des jarres électriques, ont très-bien tranſmis la commotion électrique, &c. Mon objet eſt ici de prouver que les brouillards jouiſſent ſouvent d'une électricité naturelle.

Le premier qui s'eſt occupé principalement de cet objet eſt M. Thomas Ronayne. Ce phyſicien a fait des expériences ſur cette matière en Irlande & en Angleterre, depuis 1761 juſques en 1770, & elles ont été enſuite communiquées à la ſociété royale de Londres. Les appareils dont il s'eſt ſervi ſont bien ſimples. Ayant éprouvé la bonté de l'électromètre de M. Canton, pour s'aſſurer de l'électricité atmoſphérique, il employa, afin d'obſerver avec plus de préciſion, un morceau de liège ſuſpendu à un fil de médiocre groſſeur, de ſix ou ſept pouces de longueur, & placé de manière que le vent n'en pût changer la direction. Il imagina encore un autre moyen, celui de fixer une pièce de bois menue, en forme de cone, à un des bouts de l'électromètre, le plus petit, par le moyen d'un crochet diſpoſé à cet effet. Cet appareil étoit placé au-dehors d'une fenètre de la partie ſupérieure de ſa maiſon, & attaché par une eſpèce d'agrafe à un jambage de la fenêtre par l'autre bout. Une autre pièce de bois ſervoit à fixer un tube de

verre & un bâton de cire d'Espagne; un de ces conducteurs étoit excité & appliqué à la surface du morceau de liège, afin de déterminer plus précisément l'espece d'électricité qui avoit lieu; on eut encore soin de faire les expériences du côté de la maison où le vent avoit moins de prise. Nous avons cru à propos de détailler les moyens que ce savant a employés, afin de faciliter dans cette recherche ceux qui désireroient de s'y livrer.

M. Ronayne a trouvé que l'air des environs des maisons, des arbres, des mâts, des vaisseaux, &c., étoit sensiblement électrisable dans l'hiver, à une distance particulière, quand les brouillards obscurcissoient le temps, ou lorsqu'il geloit, & même pendant les plus forts brouillards, cependant à un moindre degré; il a eu également de petits effets électriques dans les jours où le temps étoit sombre & couvert.

« L'air n'a jamais fourni dans l'été, dit-il, la plus petite étincelle électrique, excepté dans les soirées fraîches, lorsque le ciel étoit chargé de quelques brouillards. Pendant la nuit j'obtenois des effets sensibles d'électricité, quoique plus foibles que dans les brouillards de l'hiver. Ces effets m'ont paru les mêmes pendant un temps comme dans un autre.

J'ai souvent examiné l'état de l'air pendant les aurores boréales, sans avoir jamais pu obtenir aucune étincelle électrique, excepté lorsqu'il survenoit des brouillards; & dans ce cas l'air a été un aussi bon conducteur de l'électricité que dans un autre temps; une fois, à la vérité, pendant une nuit d'un temps serein, j'ai obtenu une foible lumière électrique d'une aurore boréale.

En général l'électricité de l'air est positive. Je n'ai jamais vu le contraire qu'un jour d'hiver dans le temps de brouillard, quoiqu'il fit extraordinairement chaud pour la saison. On ne peut cependant pas se persuader que le froid électrise l'atmosphère positivement. Personne n'imaginera jamais que la chaleur produise un effet contraire & opposé. Je présente ce que je viens de dire comme une simple conjecture, & non comme un fait décisif, parce que je suis intimément persuadé qu'une espèce d'électricité est souvent le produit d'une autre; ce qui paroît démontré par les expériences du docteur Franklin.

Si le froid électrise l'air dans nos climats, ce qui paroît probable, peut-on croire avec raison que ce phénomène produise un effet contraire dans les environs de nos antipodes? Ne faut-il pas considérer les découvertes électriques de la Tourmaline comme une preuve de cette opinion?

L'électricité de l'air, dans les temps humides, épais ou chargés de brouillards, n'est pas assez forte pour produire quelque étincelle, même en y ajoutant un fil de métal terminé en pointe, qui attire cependant les corps minces à une petite distance, lorsque l'air est chargé de brouillards.

Lorsque le brouillard commence à devenir épais, les morceaux de liège s'approche, & lorsqu'il revient à son premier état, ils s'éloignent. J'ai observé que lorsqu'il pleut dans un temps de brouillard, les balles de liège se resserrent, & se séparent de nouveau, lorsqu'il paroît un nouveau brouillard, & que la pluie cesse. Malgré cela, il y a un certain degré de densité nécessaire au brouillard, pour que ces balles de liège puissent exercer leur faculté divergente; il faut en outre remarquer que les brouillards participent d'une odeur forte, à peu près la même que celle qu'on ressent lorsqu'on a vivement électrisé un tube de verre; l'atmosphère participe quelquefois de cette odeur.

Comme les brouillards surviennent lorsque l'air est chargé d'humidité, je ne pouvois guères imaginer quelle étoit la cause de leur pouvoir électrique, ni savoir d'après quel principe ils la retenoient si obstinément. Après m'être convaincu, par des observations répétées, que les corps électrisés conservoient assez long-temps leur électricité dans les différens points d'humidité de l'air, lorsqu'on avoit le soin de les isoler sur de la cire d'Espagne, je ne pus m'empêcher de conclure que l'humidité retardoit considérablement la communication de la matière electrique.

Les corps fixés avec des fils de soie, & que j'avois fait sécher, avoient perdu leur électricité dans un court espace de temps; je tentai de les rendre non-conducteurs, en les vernissant avec de l'huile de térébenthine, ou avec du baume de soufre, ou avec toute autre substance semblable, mais ce fut sans succès; les fils de soie d'abord, après avoir été ainsi traités, devinrent conducteurs, & en augmentèrent considérablement en poids, surtout lorsque l'air de l'atmosphère n'étoit pas véritablement sec. D'après ces faits, je conclus avec raison que la soie, par rapport aux propriétés qu'elle a d'attirer l'humidité, peut servir d'hygromètre, soit qu'elle soit mise dans une balance, ou fixée à un corps électrisé.

Lorsque les brouillards sont épais, qu'ils se traînent près de la terre & qu'ils augmentent, les balles se rapprochent toujours, lorsqu'ils sont suspendus dans l'atmosphère, & très-eloignés de la surface de la terre. Le contraire arrive presque dans tous les cas. J'ai souvent trouvé une différence entre un vent frais de nord-ouest & sud-est. L'un sembloit quelquefois prévaloir sur l'autre; & j'ai constamment remarqué que lorsque cette alternative étoit suivie d'une brume épaisse qui ressembloit aux

brouillards, les balles s'écartoient mutuellement. L'effet étoit plus sensible lorsque la brume étoit parvenue à son plus haut degré d'épaississement; quand elle se résolvoit en pluie, la répulsion étoit plus considérable, & augmentoit en proportion de la grosseur des gouttes.

L'électromètre, placé sur la fenêtre de mon grenier, m'a singulièrement servi pour déterminer la nature des nuages qui commençoient à paroître. Quoique leur électricité fût généralement très-forte, cependant elle étoit la plupart du temps incertaine, tantôt négative, tantôt positive. Comme le vent & la pluie mettoit des obstacles aux succès de mes expériences, j'imaginai les moyens suivans, qui m'ont très-bien réussi.

Je me suis quelquefois placé dans une chambre fort élevée, sur un plateau de cire, & avançant la main droite hors de la fenêtre; je tenois une longue baguette de bois entourée d'un fil d'archal, dont le bout excédoit de quelques pouces l'extrémité de la baguette; je tenois en même temps de la main gauche un électromètre; alors je faisois électriser rapidement par un aide le verre ou la cire.

Un autrefois je fis usage d'un tube d'étain de 20 pieds de longueur conique & terminé en pointe; sa plus grande longueur sortoit hors de la chambre sans être en contact avec aucun corps, & le gros bout auquel étoit suspendu l'électromètre étoit fixé à l'intérieur de la fenêtre avec des cordons de soie, ou avec des bâtons de cire à cacheter, soutenus à chaque extrémité par des crochets de fil d'archal.

Souvent par le moyen de cet appareil, j'ai découvert que le brouillard causoit, en passant, des changemens particuliers qui se succédoient, & des alternatives de l'électricité positive & négative, & qu'ils passoient quelquefois du négatif au positif. Les balles s'approchoient ensemble à chaque extrémité, à chaque temps, restoient en contact quelques secondes, & se repoussoient ensuite de nouveau.

Il n'est pas possible de déterminer la durée de chaque espèce d'électricité dans les brouillards, ni la longueur du temps qu'il est possible de la reconnoître. Il survient quelquefois une électricité qui est la même que celle qui l'a précédée, & quelquefois c'est une autre. Tout cela se passe ainsi & par degrés, mais les changemens sont bien plus apparens & plus rapides lorsque les éclairs brillent, & sur-tout si le tonnerre est dans le zénith.

Lorsque je l'avois ainsi sur ma tête, il occasionnoit les plus fortes électricités que j'eusse pu encore découvrir, sur-tout si l'atmosphère étoit sombre & couverte de nuages. On pourroit peut-être conclure de ces expériences qu'une espèce d'électricité agissant seule, exerce de plus grands effets que lorsqu'elle se trouve avec une autre qui agit en sens contraire.

J'ai observé une fois dans un temps d'orage que les balles exerçoient sur elles-mêmes un pouvoir électrique de répulsion & d'attraction pendant l'absence des éclairs; je parle ici de celles qui étoient suspendues au tube d'étain. Ce petit manège duroit sans interruption pendant dix ou douze secondes; en même temps les balles de l'électromètre de M. Canton, que je tenois à une telle distance du tube qu'elles pouvoient s'éloigner d'un pouce mutuellement, resterent tranquillement dans cet état, tandis que les autres étoient extrêmement agitées.

Ces différens effets m'invitent à penser que la même électricité suit la même direction; & lorsque cette circonstance arrive, les balles sont affectées évidemment de la même manière. Il faut observer ici que j'ai découvert plus aisément l'espèce d'électricité présente dans le tube, en approchant la cire électrisée des boules d'un électromètre que je tenois à quelque distance du tube, que lorsque j'approchois des balles suspendues au tube même; en général elles divergent si fortement, qu'il est difficile d'avoir sur la main un petit tube de verre, ou de la cire électrisée pour faire l'expérience.

Il est arrivé quelquefois que les boules du tube d'étain se sont repoussées subitement en conséquence d'un éclair, & se sont réunies aussi-tôt après qu'il a disparu; dans ce cas l'air étoit dans un état humide : j'ai même cru que l'équilibre étoit rendu entre la terre & les nuages les plus bas, & que ceux-ci recevoient leur électricité des nuées plus élevées, ou que cela étoit dû à l'effet latéral de quelque explosion.

Deux ou plusieurs personnes placées à des distances convenables pourroient convenir par signes de la nature de l'électricité; savoir, avec un pavillon rouge pour l'électricité positive, & avec un pavillon bleu pour l'électricité négative. On auroit par ce moyen des résultats beaucoup plus curieux & plus satisfaisans que ceux qu'on a eu jusqu'à ce jour, relativement à l'électricité des nuées & du tonnerre, sans avoir recours à l'appareil des fils de métal ni des chaînes ». *Transactions philosophiques*, tom. 63.

Ces observations étoient trop intéressantes pour ne pas les rapporter; car la physique d'observations est une branche importante de la physique en général : j'oserois même dire qu'elle est une partie de la physique expérimentale, puisque les phénomènes de la nature qu'on observe, sont les expériences de la nature elle-même.

M. Henley a fait aussi des expériences & des observations sur l'électricité des brouillards, en con-

tinuation de celles de M. Ronayne. Il est bon de les faire connoître. Le 14 novembre 1771, à 8 heures ½ du matin, le brouillard n'étoit pas fort épais, mais très électrique; les boules se séparoient de demi-pouce & restèrent stationnaires; il faisoit peu de vent; le 19, l'air fut très-électrique : mais le vent étoit si incommode, qu'on ne put déterminer précisément l'espèce d'électricité.

Le 2 décembre, à 8 heures ½ du matin, le brouillard étoit médiocrement épais; il parut fort électrique; les boules divergèrent de demi-pouce; si on les approchoit de la maison, elles se joignoient & se séparoient de nouveau en les éloignant; le mercure se tint, dans le thermomètre, à quinze degrés au-dessus de la congélation; le 18 janvier, à 4 heures après midi, le brouillard étoit médiocrement épais; il parut très-électrique immédiatement après son apparition; les boules, quoique divergentes de demi-pouce, se joignoient régulièrement à l'approche d'un bâton de cire excité; le vent fut importun : néanmoins les boules se tinrent stationnaires par intervalles.

Le 5 janvier 1772, le brouillard montra une forte électricité positive; les boules s'écartoient de demi-pouce : on sentit un air vif & glacial. Le 13 janvier, à neuf heures du matin, le brouillard, sans être fort épais, parut très-électrisé positivement; le mercure se tint dans le thermomètre à sept degrés au-dessus de la congélation; il n'y eut presque pas de vent. Le 18 janvier, à 10 heures du matin, l'air étoit fort électrisé par une chûte de neige; le 21 janvier, à neuf heures du matin, l'air parut fort électrique pendant une chûte de givre, de neige & de pluie qui tombèrent à la fois; les boules se séparèrent de ¾ de pouce, & persistèrent dans cet état; il régna peu de vent; l'électricité fut positive. Le 29 janvier, à 9 heures du matin, le brouillard étoit très-épais, & la gelée presque insoutenable; l'air montra une électricité positive, si forte, que les boules divergèrent d'un pouce & quart; il y avoit peu de vent, & elles se tinrent stationnaires; à midi les boules divergèrent comme sur les 9 heures du matin; à 3 heures du soir, le vent agita extrêmement les boules; néanmoins elles se tinrent toujours fort écartées l'une de l'autre; il geloit très-vivement; c'en fut de même sur les 4 à 5 heures & demie : les boules divergeoient de ¾ de pouce; l'épaisseur des brouillards augmenta, & les baguettes se trouvèrent toujours mouillées d'un bout à l'autre. Le 30 janvier, à neuf heures du matin, on trouva l'air fort électrisé positivement; il avoit un peu gelé, & les brouillards avoient de l'épaisseur; les boules se séparèrent de demi-pouce; le vent les dérangeoit, mais il ne put les faire joindre.

Le 4 février, à 9 heures du matin, il geloit fortement & les brouillards étoient épais; l'air parut très-électrisé positivement, les boules divergèrent de ¾ de pouce; sur les onze heures elles étoient stationnaires à un pouce de distance, & se joignoient sitôt qu'on en approchoit de la cire excitée; sur les 2 heures ½ comme à onze; à trois heures les boules tranquilles n'offrirent presque pas le moindre signe d'électricité. Le 11 février, à 8 heures du matin, le brouillard parut fort épais & électrisé positivement; les boules divergèrent d'un quart ou de trois huitièmes de pouce; le vent fut sud-ouest & très-incommode; le thermomètre marquoit 38 degrés, le baromètre 29. Le 15 du même mois, le brouillard étoit épais & sensiblement électrique; les boules divergeoient de cinq huitièmes de pouce; dès que la verge fut fixée, il tomba quelques goutes de pluie; ce qui fit aussi-tôt augmenter d'un quart de pouce la divergence des boules. M. Henley dit n'avoir jamais vu les brouillards plus électrisés, dans des temps où la simple chaleur de l'atmosphère faisoit monter le mercure du thermomètre au septième degré au-dessus de la congélation.

« Le petit nombre d'expériences que j'ai faites, dit M. Henley, sur l'électricité de l'atmosphère, ne suffit pas pour me faire penser que les brouillards s'électrisent plus puissamment pendant ou immédiatement après la gelée, que dans les autres temps; mais je regarderai désormais comme une règle certaine, qu'ils acquièrent une forte électricité positive, quelque soit leur épaisseur, si l'air se trouve en même temps vif & glacial. Quoique la pluie ne soit pas une suite immédiate de l'électricité atmosphérique, je crois néanmoins qu'elle en dépend beaucoup. Je trouve par les petites observations que j'ai recueillies à ce sujet, qu'il n'a jamais manqué de pleuvoir deux ou trois jours, après avoir apperçu l'air fortement électrisé, sur-tout lorsqu'il l'est resté long-temps. S'il n'a tombé ni pluie ni neige, &c., il est toujours survenu quelque autre intempérie chaude ou froide, & cela en proportion de la force & de la durée de l'électricité; si celle-ci n'en est pas la cause, au moins l'indique-t-elle toujours. Mais pour acquérir la-dessus toute la satisfaction qu'on puisse désirer, il n'y auroit qu'à établir un journal d'électricité, dont je dresserai ici le plan.

Il faudroit avoir un gros cahier semblable aux livres de compte des marchands. Les colonnes qui y seroient tracées, contiendroient une suite d'observations mises dans l'ordre suivant; la date & le jour, l'heure, la latitude & la longitude, ou bien le lieu; la divergence des boules, l'espèce d'électricité, la variation de l'aiguille, son humidité, les observations accidentelles sur le baromètre, le thermomètre, l'hygromètre, le vent, l'atmosphère, à quoi l'on pourroit ajouter la mesure de la pluie, la force du vent, &c. En notant bien toutes ces particularités, & élevant souvent dans l'air des cerfs-volans, à la plus grande hauteur possible, sans oublier un

bon thermomètre pour marquer les divers états de l'atmoſphère, nous obtiendrions ſans doute bientôt de nouvelles lumières ſur ce point, & parviendrions peut-être à des découvertes dont nous n'avons pas la moindre idée.

Les expériences & obſervations que j'ai faites ſur l'électricité des brouillards, m'ont fait imaginer qu'ils l'avoient forte & poſitive, telle que fut leur épaiſſeur ſi l'air étoit en même temps glacial; je mis pourtant des exceptions à cette règle; car en décembre, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 1772, il régna des brouillards très épais pendant tous ces jours, le thermomètre étant à 36 ou à 33, le vent conſtamment N. — E., ſans que j'apperçuſſe la moindre électricité. Cependant je conjecturois que malgré que je n'en euſſe pu découvrir aucune par rapport à ma ſituation, elle pouvoit fort bien s'être répandue dans le haut de l'atmoſphère, & cette preſomption a été vérifiée depuis par M. *Nairne;* ce phyſicien a trouvé que l'air étoit électrique dans la *galerie d'or de Saint-Paul*, pendant qu'il ne l'étoit pas dans la *galerie de Pierre*, qui eſt beaucoup plus baſſe; l'obſervation de M. *Nairne* a enſuite été faite par d'autres & par moi-même; j'ai reconnu que les boules divergeoient davantage, lorſque je projetois la verge qui les ſuſpendoit dans la lanterne au travers d'un des luminaires. Cette lanterne eſt encore plus élevée que la *galerie d'or.* MM. *Lind* & *Brydone* ont fait depuis la même remarque avec leurs cerfs-volans.

J'obſerverai que dans le cours de nos expériences ſur l'électricité des brouillards, les boules m'ont ſouvent paru diverger de deux pouces; mais cela n'eſt arrivé que dans un temps où ils étoient épais, le vent S.—O. & le mercure au-deſſous de 40; d'autrefois je n'ai pu découvrir aucune électricité dans un pareil brouillard, quoique le mercure fut à 35 ou à 36, & le vent conſtamment N.—E. L'appareil dont j'ai uſé conſiſtoit en une petite verge d'environ ſept pieds de longueur, avec une boîte contenant deux légères boules de liège, ſuſpendues par des fils de chanvre longs de ſept pouces. Cette verge étoit reçue dans une pièce de bois convenable, placée au haut d'une des fenêtres les plus élevées d'une maiſon très-iſolée; le bout de la verge, qui ſuſpendoit les boules, étoit incliné d'environ quarante-cinq degrés à l'horiſon; j'avois une autre verge d'égale longueur, munie d'une eſpèce de couliſſe d'étain, dans laquelle gliſſoit un long bâton de cire à cacheter des plus communes. En excitant ce bâton & l'avançant hors de la fenêtre à proximité des boules, il m'étoit très-facile de déterminer l'eſpèce d'électricité de l'atmoſphère. Si l'on opère à découvert, comme en plein champ, cet appareil devient inutile; l'électromètre de M. *Canton*, muni de deux légères boules, réuſſit parfaitement; il faut le tenir à deux pieds du corps, l'opérateur tournant ſon dos contre le vent. Cette méthode ſert également à connoître le genre d'électricité, lorſqu'il y en a dans l'atmoſphère d'une quantité énorme; qui ſe communiqueroit tellement aux boules, ſi on les tenoit au bout d'une longue verge élevée dans l'air, que la cire excitée, &c., ne pourroit à ſon approche produire le moindre changement dans leur divergence.

Malgré que je ſois parvenu en plein air, continue M. Henley, à faire diverger de deux pouces les boules ſuſpendues au bout de ma verge dans un temps de brouillards, il m'a été impoſſible de les faire ſeulement ſéparer, en les ſuſpendant à un conducteur iſolé placé dans ma chambre; cependant j'avois eu ſoin de raſſembler l'électricité d'un ſemblable brouillard, par le moyen d'une longue ligne de pêcheur qui étoit entourée d'un menu fil d'archal pointu, & qui communiquoit avec le conducteur. Le docteur *Franklin*, à qui je fis part de cette circonſtance, m'engagea à mettre un bout de mon conducteur iſolé dans une chambre remplie d'air électrique, de paſſer dans une autre chambre l'extrémité qui porteroit les boules, & de voir ſi je ne parviendrois pas à les faire diverger. L'expérience a été exécutée dans deux chambres, ſéparées par un paſſage long de neuf pieds, & voici comment. J'ai employé d'abord inutilement la charge d'une longue jarre; mais l'ayant rechargée & déchargée de nouveau, les boules, ſuſpendues au bout de la verge qui avançoit dans l'autre chambre, ſe ſont écartées d'un pouce; je préſume que l'effet auroit même été plus ſenſible, s'il n'y eût eu du feu dans la chambre où ſe faiſoit l'expérience; car lorſqu'on ouvrit la porte pour introduire le fil d'archal pointu qui entouroit la verge iſolée, il ſe déplaça probablement beaucoup d'air électrique, que celui du dehors pouſſa dans la cheminée, &c.

Deux boules, qui pendoient à ma main dans l'air électrique, près du bout de la verge, ſe ſont ſéparées d'un pouce & demi. Mais en les approchant de l'autre extrémité dans l'air non électriſé, leur divergence n'a été que de demi-pouce; pour lors j'ai iſolé le frottoir de ma machine, en y enfonçant par derrière une longue aiguille très-pointue; & ayant attaché une chaîne depuis mon principal conducteur juſqu'à une table, j'ai commencé à tourner le globe; auſſi-tôt l'air de la chambre, le bout de la verge, &c., ont paru affectés, & les boules ſuſpendues à l'extrémité oppoſée dans la chambre voiſine, ſe ſont écartées bien au-delà d'un pouce.

Pour ſuivre ce ſujet comme il le mérite, je voudrois qu'on conſtruiſît une machine électrique, capable d'admettre dans l'opération depuis dix juſqu'à cinquante gros cylindres, fournis d'un principal conducteur, de batterie & d'autres pièces

d'appareil grosses en proportion : le tout bien renfermé dans des murailles de brique, entourées de plume ou de poil (comme les serres de Botanique), afin d'entretenir l'air de la chambre dans une température propre à l'expérience; l'usage bien entendu de cette machine, pourroit conduire à de nouvelles découvertes aussi intéressantes qu'inattendues; des carillons électriques, montés à dessein, serviroient à faire connoître l'électricité de l'atmosphère; & une couple de petites boules de liège ou de moëlle, suspendues à l'appareil par des fils de chanvre, en indiqueroient le genre, la durée, & le changement. Néanmoins il y aura encore des occasions où l'on se trouvera bien d'exposer en plein air un long bâton muni d'une boîte & de deux petites boules de liège, qui seront suspendues au bout; elles feront découvrir les plus petits degrés de l'électricité atmosphérique, qui ne suffiroient pas pour faire sonner les clochettes ». *Transactions philosophiques*, *année* 1773.

M. Achard a fait aussi à Berlin des observations sur l'électricité des brouillards, desquelles il résulte également que le brouillard est presque toujours accompagné d'électricité plus ou moins grande. Il a de plus remarqué que, dans l'espace de quelques minutes, l'électricité ayant entièrement cessé, le brouillard étoit tombé sous la forme d'une pluie très-fine, & avoit entièrement disparu, quoique fort épais, dans moins d'un demi-quart d'heure. *Mémoires de l'Académie de Berlin*, &c.

La plus forte électricité qui règne dans un air non orageux, a lieu généralement, au moins à Genève, dans le temps des brouillards. En employant le petit électromètre sensible, armé de sa pointe, M. de Saussure, ainsi qu'on le voit dans le tome second du voyage dans les Alpes, page 221, n'a jamais vu de brouillards qui ne fussent accompagnés d'une électricité sensible, si ce n'est pourtant lorsqu'ils se résolvent en pluie; car, dans cette circonstance, ils en sont quelquefois dépourvus.

Le brouillard extraordinaire qui parut dès le milieu de Juin 1783, & servit de rideau pendant plusieurs mois à presque toute l'Europe, a trop excité la curiosité générale & l'attention des observateurs, par les phénomènes qu'il a présentés, pour n'en pas parler ici avec quelque détail. La première époque de son apparition, dans les différentes contrées où il a été vu, est celle du 18 Juin. Plusieurs orages en avoient été, ce semble, les précurseurs, comme ils en furent la suite, ainsi qu'on le prouvera. Ce jour là on remarqua un brouillard léger, répandu dans toute l'atmosphère, au travers duquel on apperçut néanmoins le soleil, quoique très-pâle. On put généralement partout fixer le soleil, sans être obligé de se servir de verres colorés ou enfumés, & l'action de ses rayons étoit si foibles qu'on n'en étoit point incommodé.

Les diverses couleurs, sous lesquelles l'astre du jour se montra, n'avoient rien de particulier, mais étoient une suite de la différente réfringence du brouillard, dont la densité varioit accidentellement dans diverses contrées. Les rayons du soleil étant donc inégalement réfrangibles, ont dû pénétrer plus ou moins facilement le milieu qu'ils avoient à traverser, pour parvenir jusqu'à l'œil des observateurs : de là le soleil a dû paroître sous différentes couleurs; mais comme, des sept espèces de rayons en lesquels la lumière est décomposée, les rouges, les orangers & les jaunes ont plus de force, ils passoient plus facilement au travers de ce nouveau milieu, c'est-à-dire du brouillard, & conséquemment le soleil ressembloit quelquefois à un globe d'un rouge de sang; d'autrefois il paroissoit d'une couleur jaunâtre : plus souvent il étoit pâle & blanchâtre par l'absence des rayons de différentes couleurs, qui ne parvenoient point jusqu'à nous; phénomène qui avoit communément lieu, lorsque le soleil étoit à une grande hauteur au dessus de l'horizon; tandis qu'en s'approchant de ce cercle, soit à son lever, soit à son coucher, il ressembloit assez à un globe couleur de sang, ses rayons ayant alors à parcourir un plus grand espace horizontal.

Ce brouillard dura pendant plusieurs mois, & le soleil ne se montra alors qu'avec les apparences dont nous venons de parler. La durée & l'universalité de ce phénomène piquèrent doublement la curiosité des savans, & les excitèrent à en rechercher les causes : nous ferons bientôt mention de leurs efforts. Mais avant que d'en parler, il est à propos de dire un mot des observations météréologiques faites avant l'apparition de ce météore.

L'automne précédente avoit été très-froide & très-humide; la température de l'hiver fut humide, & le printemps froid & assez humide. Au lieu de trois ou quatre pouces d'eau que fournissent ordinairement les trois mois d'hiver, le pere Cotte a remarqué qu'il en étoit tombé douze pouces, tandis que dans les provinces méridionales on se plaignoit d'une sécheresse depuis deux ans. La douceur extrême de l'hiver occasionna des fontes de neiges en Auvergne & ailleurs, qui ne contribuèrent pas peu à ces pluies abondantes & aux inondations qui en furent les suites.

Le 5 février précédent étoit survenu l'affreux tremblement de terre de la Calabre & de la Sicile, qui dura pendant cinq mois, puisque la terre n'étoit pas encore raffermie en juin. Des pluies continuelles précédèrent aussi, dans cette malheureuse contrée, cette violente convulsion de la nature. La terre les avoit tellement absorbées, qu'elle n'en paroissoit pas extérieurement détrempé, dit le pere Cotte. L'atmosphère de l'Europe entière s'en ressentit, comme il conste par les oscillations brusques & fréquentes que

fréquentes que le mercure éprouva dans le baromètre, pendant tout le mois de février & celui de mars : il faut excepter Padoue, & l'autre côté de l'Apennin. La secousse de ce tremblement de terre fut si grande, qu'elle donna lieu à l'apparition d'une nouvelle isle dans le voisinage de l'Islande. *Observat. sur la phys. l'hist. nat.* 1783.

Ce brouillard singulier ne faisoit point entrer les sels en déliquescence, ni monter l'hygromètre; il n'empêchoit pas l'évaporation d'être abondante & ne ternissoit pas même les glaces qui y étoient exposées. Les salines d'Hyères en Provence, au rapport de M. de Lamanon, crystallisèrent, par l'effet du brouillard, quinze jours plutôt qu'à l'ordinaire. J'ajouterai ici en passant que l'électricité accélère la crystallisation, comme nous le prouverons bientôt.

L'odeur de ce brouillard a été quelquefois sulfureuse. Le 26, le 27 & le 28 Juin, au rapport de M. Marcorelle, ce brouillard déposa dans la nuit, sur les végétaux, une eau épaisse & gluante, d'un goût désagréable & un peu fétide. Cette liqueur laissa des traces de la plus grande causticité. Les fleurs dont la vigne & les oliviers des environs de Narbonne étoient chargés, furent brûlées & tombèrent en grande partie. Dans d'autres endroits, on a observé que ce brouillard avoit mûri les bleds & favorisé les moissons, comme le font les météores électriques. Voyez cette vérité prouvée dans l'*Electricité des Végétaux*.

Afin de juger de la qualité de ce brouillard extraordinaire, plusieurs physiciens ont entrepris des expériences. De celles que M. Maret a faites comparativement avec de l'air atmosphérique chargé de ces vapeurs, pris en quatre endroits différens, il résulte que cet air ne contenoit point d'acide méphitique, ni aucun autre acide, ni de phlogistique libre, & qu'enfin il ne différoit presque pas de l'air atmosphérique ordinaire. On a tenté à Grenoble des expériences de ce genre. Quatre mesures de brouillard ayant été mêlées avec deux mesures d'air nitreux, l'absorption a été d'un quart, & il ne resta plus qu'un gaz dans lequel la lumière s'éteignit plusieurs fois : (l'air atmosphérique tient ordinairement un quart d'air pur, & trois quarts d'air méphitique ou phlogistiqué ; ce quart fut absorbé par l'air nitreux.) L'air inflammable mêlé avec l'air des brouillards, ne l'a point empêché de détonner, lorsqu'on a présenté une bougie allumée.

Quelque extraordinaire qu'ait paru ce brouillard, il n'est pas un phénomène unique, on en a vu autrefois de semblables. L'année de la mort de César, *v. g.* le soleil fut obscurci, & ne donna pendant plusieurs mois qu'une lumière pâle & languissante; il parut rouge & environné de couronnes. L'an 264 de l'Ere chrétienne, il y eut tremblement de terre & ténèbres pendant plusieurs jours, &c.

A peine ce singulier météore parut-il, qu'on fut curieux d'en connoître la cause. Il est peu de phénomènes sur lesquels on se soit plus exercé. Quelques personnes peu instruites attribuèrent la cause de ces brouillards à l'apparition d'une comète, & d'autres à la perturbation du cours des planètes, occasionnée, disoit-on, par la nouvelle planète Herschel.

Mais le premier savant qui paroît avoir écrit sur le brouillard sec de l'année 1783, est M. Lapi, lecteur en botanique. Il lut le résultat de ses recherches dans une assemblée de l'Académie des Georgiphiles de Florence. Cet auteur regarde les éruptions des volcans comme les causes qui remplirent l'atmosphère d'air fixe, d'air inflammable, d'air déphlogistiqué, &c. Les éruptions des volcans, les tremblemens de terre, l'électricité excitée, les désastres de la Calabre & d'autres endroits du globe, sont les principales causes auxquelles M. Lapi attribue la formation des brouillards dont nous parlons. Les sels, les soufres, les bitumes qui s'élèvent, le feu électrique qui se réveille, l'air fixe, phlogistiqué, inflammable, dont le développement se fait en pareilles circonstances, rendent raison suivant ce physicien de la prodigieuse fertilité qui eut lieu cette année. Dès le mois de juillet 1783, Dom Robert Hickmann disoit : c'est à ces bouleversemens (*volcaniques*) de l'Islande & des pays voisins que j'attribue ce brouillard sec & sulfureux. *Sulla Caligine, & Florence*, &c.

M. Toaldo pensoit, dès le 11 juillet 1783, que les vapeurs qui ont causé le phénomène dont nous venons d'exposer les circonstances, étoient venues de la Sicile & de la Calabre, où il y avoit des tremblemens de terre depuis le 5 février. On a su qu'au mois de juin, on y avoit vu, après de violentes secousses, des exhalaisons immenses dans l'atmosphère. Le vent de sud-sud-est, qui dominoit à Padoue, passoit sur la Calabre, & pouvoit apporter cette masse d'exhalaisons, ou, pour mieux dire, cette espèce de poussière qui a couvert toute l'Italie, & partie de l'Allemagne, mais qui, arrêtée principalement par la chaîne des Alpes, faisoit paroître ces montagnes rouges à tous les habitans de la Lombardie. Ces exhalaisons, selon ce savant, ne venoient point généralement des terres où le phénomène étoit observé : car on ne les voyoit point fumer comme dans les brouillards ordinaires. C'étoient au contraire des vapeurs élevées & venues d'en-haut, comme si elles étoient tombées dans l'atmosphère; elles ne paroissoient pas toucher la terre : aussi ne firent-elles point de tort aux productions; seulement, dans les collines

élevées, on a dit que les vignes & les oliviers avoient été brûlés.

Cette exhalaison n'a pu venir des tremblemens de terre, sans contenir des parties minérales ignées, inflammables, & électriques : par-là, M. l'abbé Toaldo explique une prodigieuse quantité d'orages qu'il y eut, sur-tout après le milieu du mois, & même sans nuage, comme on l'a observé, sur les montagnes. Ces orages furent très-considérables & très-multipliés en beaucoup d'endroits, particulièrement en Italie & en Allemagne : par exemple, dans la ville de Kremnitz, en Hongrie, il y eut neuf coups de tonnerre, qui produisirent un incendie, & il y eut des tremblemens de terre dans le pays; en Calabre, toutes les grandes secousses ont été accompagnées de terribles orages, & de vapeurs sèches, obscures, & semblables à celle qui a couvert toute l'Europe. *Osservazioni meteorolog.*, &c.

M. l'abbé Spallanzani, qui a fait aussi à Reggio plusieurs observations sur le même brouillard, lequel commença, dès le milieu de juin, d'obscurcir l'air en Lombardie; & sur l'orage du 26 juin, qui s'étendit jusqu'à la mer Adriatique, M. l'abbé Spallanzani n'est pas éloigné de croire, avec M. Toaldo, que ce brouillard venoit du tremblement de terre de la Calabre. Cependant il observe que le vent venoit du couchant, lorsque le brouillard étoit le plus épais dans la Lombardie. Il a examiné au microscope les molécules de cette vapeur, et leur a trouvé la figure irrégulière des exhalaisons terrestres, & il l'a vue même quelquefois sortir de la terre; ce qui semble à M. de Lalande justifier l'hypothèse qu'il proposa dès 1784, pour l'explication de ce phénomène singulier, tirée de la grande chaleur qui suivit de près des pluies très-longues & très-étendues dans presque toute l'Europe. On sait que cet habile astronome a attribué ces brouillards à la grande humidité de l'hiver, & à la quantité de matière électrique que la chaleur a développée du sein de la terre, sans avoir recours à l'effet des tremblemens de terre.

M. Joseph Daquin pense aussi que le tremblement de terre de Messine & de la Calabre a été la cause du brouillard extraordinaire de 1783. Cet excellent médecin, qui a enrichi de plusieurs notes savantes l'*Essai météréologique* de M. l'abbé Toaldo, croit que les exhalaisons, sorties du sein de la terre dans un bouleversement si terrible, ont changé la constitution de l'atmosphère, par le mélange des diverses substances qui s'y sont introduites. D'après cette idée, il regarde ces brouillards comme la principale cause des fièvres intermittentes, & continues remittentes bilieuses qui ont régné épidémiquement dans plusieurs endroits pendant le courant de l'été & de l'automne de la même année. *Essai météorolog. sur la véritable influence*, &c.

Les brouillards dont nous parlons, selon le P. Cotte, ne sont qu'une suite naturelle de la grande humidité qui a occasionné le tremblement de terre de Messine, & de la secousse qu'a reçu le globe, & qui s'est manifestée par les phénomènes qu'on a observés en différens pays. Je m'explique; c'est ce savant qui parle : j'ai dit que nous avions eu des brouillards humides & froids du 18 au 24 juin, & des brouillards secs & chauds du 24 juin au 21 juillet. Je ferai observer que le soleil étant à cette époque à sa plus grande hauteur, il avoit aussi plus de force pour pomper les vapeurs dont la terre étoit imbibée à la suite des pluies & des inondations de l'hiver & du printemps. Cette première action ou évaporation du soleil a dû refroidir l'atmosphère, par la quantité des vapeurs aqueuses qui s'y sont élevées, de la même manière qu'il agit entre les tropiques dans le temps où il est le plus vertical : il se forme alors une espèce de brouillard, ou de rideau de vapeurs, qui dérobe le soleil à la vue des habitans, & qui tempère beaucoup sa grande ardeur. Cette première action du soleil a dû aussi dessécher la terre, y occasionner des fentes, des gerçures, qui ont laissé échapper des exhalaisons sulfureuses & pyriteuses, la matière électrique mise en mouvement par les violentes secousses que la terre avoit éprouvées. De-là, continue le P. Cotte, ces brouillards secs & chauds qui ont succédé aux brouillards froids & humides; de-là cette espèce de fumée, composée d'exhalaisons & du fluide électrique, qui ont occasionné des orages dans presque toute l'Europe, & même des tremblemens de terre dans les pays voisins des montagnes, qui sont comme le foyer de ces exhalaisons, & de la matière électrique, attendu la quantité de minéraux & de pyrites qui s'y trouvent renfermés; de-là aussi cette chaleur excessive, qui a été la suite de ces brouillards secs & électriques; de-là cette couleur rouge du soleil, & l'augmentation apparente de son disque, aperçu à travers un milieu beaucoup plus dense qu'à l'ordinaire, & qui réfractoit ses rayons, & ne laissoit passer que les rouges.

M. Maret pense que ce brouillard devoit son origine à l'humidité de la terre, couverte d'une croûte très-sèche; que l'air, lors de son existence, étoit si sec, qu'il étoit devenu isolant, & non conducteur de la matière électique, & que l'intensité de la chaleur avoit multiplié les émanations terrestres. Celles-ci, dit-il, principalement composées d'eau & de matière électrique, faisoient effort pour s'élancer dans l'atmosphère; & gênée par la sécheresse de la croûte extérieure, elles n'y pénétroient qu'extrêmement divisées, atténuées. Leurs molécules aqueuses, très-raréfiées par la chaleur, combinées avec beaucoup de matière électrique, que l'air isolant ne pouvoit pas leur enlever, formant des vésicules, & ayant acquis de la légèreté, s'élevoient à une hauteur moyenne dans l'air, où elles restoient suspendues, troubloient la diaphanéité de

ce fluide, & composoient le brouillard observé en juin. *Mém. de l'acad. de Dijon.*

Un habile physicien d'Italie, M. Castelli, tire l'origine des méteores extraordinaires de 1783, premièrement du défaut de pluie, qui a eu lieu pendant plusieurs mois avant leur apparition. Les pluies étant un excellent conducteur du fluide électrique, propre à transmettre son excès, & à rétablir l'équilibre, ce fluide, concentré dans le sein de la terre, s'est enfin formé une issue. Il la tire, secondement, de la grande quantité de neiges qui ont couvert les montagnes, & se sont fondues beaucoup plus tard qu'à l'ordinaire.

Quant à nous, nous pensons que, pendant l'année 1783, il y a eu dans le sein de la terre une grande surabondance de fluide électrique, comme il arrive quelquefois par un concours de certaines circonstances. Si cette quantité considérable de matière électrique n'avoit pu se faire jour à la surface du globe, il y auroit eu des bouleversemens plus nombreux. Mais le fluide électrique s'étant dissipé de différentes manières, soit par des tremblemens de terre locaux, soit par quelques éruptions volcaniques, il a d'abord entraîné les vapeurs aqueuses; ensuite il a emporté, après l'évaporation des vapeurs, qui ont successivement diminué par une prompte & abondante dissipation; ensuite, dis-je, il a emporté les exhalaisons terrestres, qui ont formé ces brouillards extraordinaires; de sorte que, dans notre sentiment, les tremblemens de terre de la Calabre & de la Sicile ne sont pas les causes de ce brouillard, mais sont, comme le brouillard, des effets produits par le même principe, je veux dire par la surabondance du fluide électrique concentré dans la terre à différentes époques, & se faisant jour à la surface plus ou moins facilement, selon la diversité des circonstances locales.

On peut prouver, par l'observation, tous les points sur lesquels porte cette explication. Premièrement, pendant toute cette année, le fluide électrique a été très-abondant dans la terre, ou dans l'atmosphère; la rupture de l'équilibre électrique a été très-fréquente & fort considérable. Dans l'Italie, il y a eu des orages terribles; à Vicence, à Padoue, à Naples, &c., la foudre est tombée plusieurs fois, & en un assez grand nombre d'endroits, au rapport de MM. Landriani, Arnolfini, Toaldo, Schintz, Daquin, &c. Nous ne parlons pas ici des tremblemens de terre qu'ont éprouvés la Sicile & la Calabre. Il en a été de même de la Hongrie. Après des tremblemens de terre, la ville de Kremnitz a été incendiée par la foudre. A Genève, les orages ont été très-fréquens, & jamais, dit un observateur, on n'y a observé des orages aussi longs, aussi nombreux, & aussi effrayans. Il paroît que les plus violens orages se sont rencontrés dans le moment où l'intensité de la vapeur étoit la plus grande, en particulier le 12 juillet, pendant laquelle, depuis minuit & demie jusqu'à quatre heures & demie, le ciel paroissoit en feu, par la succession rapide & continuelle de mille éclairs, & un fracas horrible faisoit retentir une suite non interrompue d'éclats de tonnerre, qui recommencèrent à sept heures du matin, pour durer encore jusqu'à huit. On observa dans la ville des traces de huit tonnerres, qui avoient frappé des bâtimens; & à la campagne des environs, il y eut mille accidens funestes pendant cette nuit désastreuse.

Il en a été de même en France. Je ne parlerai ici en détail que d'une province où j'ai eu occasion d'être plus instruit des ravages de la foudre. Elle est tombée trois fois dans la ville, près de l'église des pénitens noirs, & sur l'abbaye du Saint-Esprit, le 10 septembre, à quatre heures & trois quarts du matin; elle mit alors le feu à un rideau de lit, & brisa les colonnes de cinq lits. Elle exerça aussi ses ravages dans les environs de la ville de Beziers. A l'endroit appelé *la Galinière*, à une demi-lieue, des murs furent abattus. A Lieuran-Ribaute, plusieurs arbres furent fendus, & la girouette du clocher enlevée par un coup de foudre. Au village de Puisserie, plusieurs animaux furent foudroyés. A Pezenas, le 10 septembre, la foudre tomba à six heures du matin. A Lavagnac, qui est à une lieue de cette dernière ville, elle mit le feu à un grenier à foin. A Cette, le tonnerre se fit beaucoup entendre, de même qu'à Carcassonne. A Toulouse, la foudre tomba sur la cathédrale, &c. Il seroit trop long de continuer le détail des ravages de la foudre dans tout le Languedoc, & dans les autres provinces de France: nous nous contenterons de dire qu'en Provence, au rapport de M. de Lamanon, le tonnerre tua plus de soixante personnes, & nombre d'animaux; & que, dans les divers royaumes de l'Europe, où ce brouillard se montra, les foudres y furent plus fréquentes que dans les autres années. On sait qu'une nouvelle île se montra dans le voisinage de l'Islande. Tous ces effets annoncent une grande & puissante rupture d'équilibre électrique.

Avant l'apparition de ce singulier brouillard, les vapeurs furent élevées dans l'atmosphère, parce que le fluide électrique, en s'échappant, entraîne avec lui les parties aqueuses qu'il rencontre dans son chemin, ainsi que nous l'avons prouvé précédemment, en traitant de l'élévation des vapeurs. Après la dissipation des vapeurs, ce fluide a dû entraîner une grande quantité d'exhalaisons terrestres, dont le nombre l'emportoit de beaucoup sur celle des vapeurs proprement dites: aussi a-t-on observé que ce brouillard sec ne faisoit pas marcher à l'humide l'hygromètre. Ces vapeurs étoient si élevées, que les vents ne dissipoient pas ces brouillards; & que M. de Lamanon, étant sur les Alpes, à mille six cent soixante toises au-dessus du niveau de la mer, a vu ce brouillard encore plus élevé.

Si le fluide électrique, surabondant dans la terre, n'avoit pas trouvé des issues faciles, ou si sa quantité avoit été par-tout très-considérable, eu égard aux circonstances locales, il est certain qu'il y auroit eu, dans un grand nombre de lieux en Europe, des secousses & des bouleversemens, parce que le propre du fluide électrique est de rétablir son équilibre rompu, ou insensiblement, ou par de violentes éruptions, selon les circonstances. L'existence de ce trouble d'équilibre, pendant une partie de cette année, est prouvée par les oscillations fréquentes, brusques & rapides qu'on a observées dans le mercure du baromètre.

Le sentiment que je viens d'exposer, en dernier lieu, me paroît plus simple & plus naturel que celui qui attribue le brouillard de 1783 aux exhalaisons élevées par le tremblement de terre de la Calabre & de la Sicile, que les vents ont transportées en divers lieux; car on concevra difficilement que cette cause ait pu les répandre uniformément dans toute l'Europe, les vents n'ayant eu ni assez de force, ni la même direction dans tout cet espace du globe pour les distribuer ainsi. De plus, comme on l'a remarqué, ce brouillard a paru le même jour, le 18 juin, dans toute l'Europe: & les distances de tant de lieux aussi éloignés les uns des autres étant si considérables, il n'est pas possible que les vents aient apporté ces exhalaisons en même temps dans les lieux aussi éloignés de la Sicile & de la Calabre, que la plupart de ceux où on a aperçu le soleil au travers de ce brouillard; car tout transport local est successif, & exige plus de temps pour des endroits éloignés, que pour ceux qui sont proches. D'un autre côté, les observations qu'on a faites sur la nature de ce brouillard sec, & qui a également paru en même temps dans les contrées méridionales, où la sécheresse régnoit depuis long-temps. Ces observations montrent qu'on ne peut guère regarder les pluies comme l'origine de ce singulier brouillard, qui étoit plutôt composé d'exhalaisons que de vapeurs, ainsi que son odeur sulfureuse, & ses autres propriétés l'annonçoient.

BRUINE. C'est une espèce de petite pluie fine qui tombe lentement, & dont les gouttelettes sont très-multipliées. Plusieurs causes peuvent la produire, la condensation de l'air, sa raréfaction, & les vents, en un mot, les causes qui donnent naissance aux brouillards. (*Voyez* BROUILLARD.) L'air se condensant, plusieurs molécules d'eau se réunissent à d'autres, & devenant plus pesantes qu'un égal volume d'eau, tombent en petite pluie, ou *bruine*. L'air se raréfiant devient incapable de soutenir les vapeurs qui lui étoient unies; il les abandonne alors, & elles tombent en brouillards ou en *bruine*, *selon* que les vapeurs ont ou n'ont pas assez de masse pour former une petite pluie. Sous le récipient de la machine pneumatique dont on évacue l'air, ne voit-on pas une espèce de brouillard se former & retomber, lorsque l'air abandonne les vapeurs? On y apercevroit souvent des gouttelettes tomber, si la masse d'air contenue dans le récipient étoit assez considérable pour fournir une suffisante quantité de molécules aqueuses. Les vents, poussant avec une certaine force une masse considérable d'air, soit de divers côtés, soit contre un obstacle, une montagne par exemple, peuvent produire une *bruine* ou un brouillard, ces deux météores aqueux ne différant entre eux que du plus au moins. En effet, supposons que les causes qui produisent le brouillard augmentent d'intensité, on aura de la *bruine*, c'est-à-dire, une pluie très-fine; si les causes qui forment la *bruine* diminuent, on n'aura qu'un brouillard. Cette manière de considérer la formation des *bruines* me paroît simple, & liée avec les autres météores aqueux: aussi ai-je éprouvé qu'elle faisoit beaucoup plus d'impression sur l'esprit de ceux qui s'appliquent à l'étude de la Physique.

La *bruine* peut être *ascendante* ou *descendante*; on vient de parler de celle-ci. Elle sera ascendante, lorsque les vapeurs qui s'éleveront d'une terre plus échauffée ou plus électrisée que l'air, se réuniront avec les molécules aqueuses répandues dans l'atmosphère, & les détermineront, par cette accession de masse, à tomber.

[La *bruine* a encore lieu, lorsqu'une nuée se dissout & change par-tout également, mais lentement; en sorte que les particules aqueuses dont la nuée est composée, ne se réunissent pas en trop grand nombre; ces particules forment de petites gouttes, dont la pesanteur spécifique n'est presque pas différente de celle de l'air: & alors ces petites gouttes tombent fort lentement, & forment une *bruine* qui dure quelquefois tout un jour, lorsqu'il ne fait point de vent. Elle a aussi lieu, lorsque la dissolution de la nuée commence en-bas, & continue de se faire lentement vers le haut; car alors les particules de vapeur se réunissent & se convertissent en petites gouttes, à commencer par les inférieures, qui tombent aussi les premières, ensuite celles qui se trouvent un peu plus élevées, suivant les précédentes; & celles-ci ne grossissent pas dans leur chûte, parce qu'elles ne rencontrent plus de vapeurs en leur chemin; elles tombent sur la terre avec le même volume qu'elles avoient en quittant la nuée. Mais si la partie supérieure de la nuée se dissout la première & lentement de haut en-bas, il ne se forme d'abord dans la partie supérieure que de petites gouttes, qui, venant à tomber sur les particules, qui sont plus bas, se joignent à elles; & augmentant continuellement en grosseur, par les parties qu'elles rencontrent sur leur passage, produisent enfin de grosses gouttes, qui se précipitent sur la terre.]

Une diminution de chaleur est ordinairement pro-

duite par les *bruines*, ainsi que l'expérience nous le prouve : & cet effet est produit également dans d'autres contrées, par exemple, sous la zone Torride. Dans un très-grand espace de la côte occidentale de l'Amérique, il n'y a presque jamais de vraie pluie. L'atmosphère, dans l'hiver, y est obscurcie par un brouillard épais, qui, étant arrivé à sa plus grande condensation, produit une *bruine* qui se détache de la masse du brouillard, & qui est si fine, qu'à peine la surface du sol en est humectée. Cependant cette humidité suffit pour rafraîchir l'air & les plantes qu'une longue sécheresse avoit fait languir, & quelquefois entièrement fanées.

En hiver, sur les côtes du Pérou, il y a habituellement des brouillards épais qui se changent en *bruine*; c'est que l'air y est moins échauffé que dans l'été, & que de plus les vents qui viennent du pôle austral, ayant passé sur des glaces & des neiges, y portent un grand nombre de vapeurs.

BRUIT. On a donné le nom de *bruit* à tout mouvement de l'air, qui est sensible à l'organe auditif; mais dans une acception plus particulière, le *bruit* est opposé au son. Rien n'est plus difficile que de définir le *bruit*, & de le caractériser parfaitement. Les uns ont pensé que par ce mot on devoit entendre toute sensation de l'ouïe, qui n'est pas sonore & appréciable. Le son, dit-on, est appréciable par le concours de ses harmoniques, & le bruit ne l'est pas, parce qu'il en est dépourvu.

D'autres ont pensé, avec J. J. Rousseau, que le *bruit* est de la même nature que le son; qu'il n'est lui-même que la somme d'une multitude confuse de son divers, qui se font entendre à la fois, & contrarient, en quelque sorte, leurs vibrations. Pourquoi le bruit ne seroit-il pas du son, puisqu'avec des sons on fait du bruit? Touchez à la fois toutes les touches d'un clavecin, vous produirez une sensation totale, qui ne fera que du bruit, & qui ne prolongera son effet, par la résonnance des cordes, que comme tout autre *bruit* qui feroit résonner les mêmes cordes.

BRUME. Ce nom est dans l'usage de la Marine, synonyme avec celui de BROUILLARD; *voyez* ce mot. Dans les mers qui sont au-delà de la terre de feu, & dans celles qui sont entre l'Asie & l'Amérique septentrionale, en tirant de l'est au nord, les *brumes* sont continuelles, & rendent souvent la navigation très-dangereuse. (*Voyez* les Voyages autour du monde, de Bougainville, de Cook, &c. On dit que *le ciel*, que l'*air est embrumé*, quand il y a beaucoup de brouillards.

BURIN DE GRAVEUR. C'est une constellation méridionale, située entre l'Eridan & la Colombe, & formée par l'abbé de la Caille, lorsqu'il observoit au Cap de Bonne-Espérance. Ce savant astronome en a donné une figure exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pag. 20.

BRÛLANT, *miroir* ou *verre brûlant*, ou *loupe*. On donne le nom de brûlant à des miroirs concaves, dont la propriété est de réfléchir à un point déterminé, qu'on appelle foyer, les rayons du soleil qui sont tombés sur sa surface. Les corps combustibles brûlent à ce foyer. (*Voyez* CATOPTRIQUE, MIROIR.) Les verres convexes réunissent tous à leur foyer les rayons du soleil, & font, par réfraction, ce que les miroirs ont opéré par réflexion. On brûle également les corps combustibles par ce moyen. La loupe ne diffère des verres convexes que parce que ceux-ci sont massifs, & ceux-là creux & remplis d'une liqueur réfringente. Les loupes sont bien plus efficaces que les verres ardens. (*Voyez* VERRE CONVEXE, DIOPTRIQUE, LOUPE, & sur-tout l'*article* ARDENT, & celui LENTILLE.

BRÛLANT. *Montagne brûlante*. (*V.* VOLCAN & TREMBLEMENT DE TERRE.

BRÛLER. Ce mot désigne l'action du feu sur les substances combustibles, c'est-à-dire, propres à être consumées; de sorte que les parties de ces substances les plus volatiles se dissipent par l'évaporation, & les autres se réduisent en cendres. (*Voyez* COMBUSTION).

Les ouvriers disent que les métaux sont brûlés, lorsqu'ils ont perdu leurs qualités, en les faisant trop chauffer. Le fer & le cuivre, qui servent aux instrumens de Physique, ne doivent point être *brûlés*; le fer *brûlé* ne peut s'aimanter comme celui qui ne l'est pas.

BULLE D'EAU. Ce sont de petites boules d'eau, dont l'intérieur est rempli d'air, & dont la formation vient de différentes causes. (*V.* BOUTEILLES D'EAU.)

* BUFFON (Georges-Louis le Clerc de Buffon), naquit à Montbard le 7 septembre 1707. Dès sa plus tendre jeunesse, les lettres & les sciences furent sa passion exclusive; il renonça sans peine pour elles à l'état qui lui étoit destiné dans le parlement de Dijon. C'est au collège de cette ville qu'il fit des études aussi brillantes que rapides. Quelque temps après, il forma une liaison particulière avec le P. de Landreville, de l'Oratoire, professeur de Mathématique de cette ville, qui lui fut utile dans l'étude de cette science. Il voyagea peu, & ne vit que l'Italie & l'Angleterre, avec le jeune lord Kingston & son gouverneur.

La Physique & l'Histoire Naturelle furent les

principaux objets de ses études. Il retrouva le miroir d'Archimède, & il en forma un d'un grand nombre de petits plans de glace, tellement mobiles sur des montures particulières, qu'on pouvoit leur donner le degré d'inclinaison nécessaire pour que la totalité de ces petits miroirs formât un grand miroir concave, capable de réfléchir dans un foyer déterminé tous les rayons du soleil qui y étoient reçus. C'est ainsi qu'il inventa l'art qu'employèrent Proclus & Archimède, pour embraser au loin des vaisseaux. Nous en parlerons avec détail en son lieu. On connoît ses lentilles à échelon. Son Mémoire sur les couleurs accidentelles contient plusieurs expériences curieuses; nous rapporterons les principales à l'*article* COULEURS. Il a donné des recherches sur le Strabisme, &c.

M. de Buffon traduisit la *statique des végétaux*, de Halles. La manière dont les arbres croissent, la production des différentes couches qui concourent à la formation du bois, &c., l'occupèrent. Il proposa, comme moyen propre à augmenter considérablement la force du bois, d'écorcer l'arbre du haut en-bas, dans le moment où il est en sève, & de le laisser sécher entièrement sur pied avant de l'abattre. Vitruve, parmi les anciens, & Eveling, parmi les modernes, ainsi que l'observe M. Broussonnet dans son éloge de Buffon à la société d'Agriculture, avoient fait mention de ce procédé.

C'est à cette occasion que M. de Buffon eut des démêlés avec M. Duhamel du Monceau. Celui-ci, naturellement confiant, communiqua au premier les essais qu'il avoit faits lui-même dans ses terres de Gâtinois, pour l'engager à les répéter à Montbard. M. Duhamel, entendant lire, à la rentrée de l'académie, un mémoire où M. de Buffon avoit recueilli, en abrégé, ce qu'il y avoit de plus intéressant & de plus remarquable dans les mémoires qu'il lui avoit prêtés, en témoigna sa surprise, & s'en plaignit hautement. M. de Buffon, poussé à bout par les reproches qu'il reçut, lui dit pour toute réponse qu'il s'emparoit du bon par-tout où il le trouvoit. Ce procédé donna lieu à un refroidissement sensible entre les deux académiciens, qui ne fit qu'augmenter ensuite, lorsque M. de Buffon fut pourvu de la place d'intendant du jardin du roi, pendant un voyage de M. Duhamel, à qui elle avoit été auparavant promise.

Mais l'Histoire Naturelle est la science à laquelle il a paru se consacrer. On connoît son *Histoire Naturelle générale & particulière*, avec la description du cabinet du roi; ouvrage qui a si fort étendu parmi nous le goût de cette science. C'est en lisant les ouvrages de M. de Buffon, dit M. Vicq-d'Azyr, dans l'éloge qu'il en a fait, que l'on éprouve toute la puissance du talent qui les a produits, & de l'art qui les a formés. « Avant de parler de l'homme & des animaux, M. de Buffon devoit décrire la terre qu'ils habitent, & qui est leur domaine commun; mais la théorie de ce globe lui parut tenir au systême entier de l'univers, & différens phénomènes, tels que l'augmentation successive des glaces vers les Poles, & la découverte des ossemens des grands animaux dans le Nord, annonçant qu'il avoit existé sur cette partie de notre planète une autre température. M. de Buffon chercha, sans la trouver, la solution de cette grande énigme dans la suite des faits connus. Libre alors, son imagination féconde osa suppléer à ce que les travaux des hommes n'avoient pu découvrir; il dit avec Hesiode : vous connoîtrez quand la terre commença d'être, & comment elle enfanta les hautes montagnes. Il dit avec Lucrèce : j'enseignerai avec quels élémens la nature produit, accroît & nourrit les animaux; & se plaçant à l'origine des choses : un astre, ajouta-t-il, a frappé le soleil; il en a fait jaillir un torrent de matière embrasée, dont les parties, condensées insensiblement par le froid, ont formé les planètes; sur le globe que nous habitons, les molécules vivantes se sont composées de l'union de la matière inerte avec l'élément du feu; les régions des poles, où le refroidissement a commencé, ont été dans le principe la patrie des plus grands animaux; mais déjà la flamme de la vie s'y est éteinte; & la terre, se dépouillant par dégrès, de sa verdure, finira par n'être plus qu'un vaste tombeau ».

M. de Buffon cherche ensuite dans ses premiers discours, parmi les lieux les plus élevés du globe, quel fut le berceau du genre humain; il y peint les premiers peuples s'entourant d'animaux esclaves; des colonies nombreuses suivant la direction & les pentes des montagnes, qui leur servent d'échelons pour descendre au loin dans les plaines, & la terre se couvrant, avec le temps, de leur postérité. Il demande s'il y a des hommes de plusieurs espèces, & fait voir que depuis les Zones froides, que le Lapon & l'Eskimau partagent avec les phoques & les ours blancs, jusqu'aux climats que disputent à l'Africain le lion & la panthère, la grande cause qui modifie les êtres est la chaleur. L'on y démontre que ce sont ses variétés qui produisent les nuances de la couleur, & les différences de la stature des divers habitans du globe, & que nul caractère constant n'établit entr'eux des différences déterminées; d'un pole à l'autre, les hommes ne forment donc qu'une seule espèce, ils ne composent qu'une même famille.

On avoit tant écrit sur les sens, que la matiere paroissoit épuisée; mais on n'avoit point indiqué l'ordre de leur prééminence dans les diverses classes d'animaux. C'est ce que M. de Buffon a fait; & considérant que les rapports des sensations dominantes doivent être les mêmes que ceux des organes, qui en sont le foyer, il en a conclu que l'homme, instruit sur-tout par le toucher, qui est

un sens profond, doit être attentif, serieux & réfléchi; que le quadrupède, auquel l'odorat & le goût commandent, doit avoir des appétits véhémens & grossiers; tandis que l'oiseau, que l'œil & l'oreille conduisent, aura des sensations vives, légères, précipitées comme son vol, & étendues comme la sphère où il se meut en parcourant les airs.

M. de Buffon est le premier qui ait uni la Géographie à l'Histoire naturelle, & qui ait appliqué l'Histoire naturelle à la philosophie; le premier qui ait distribué les quadrupèdes par zones, qui les ait comparés entr'eux dans les deux mondes, & qui leur ait assigné le rang qu'ils doivent tenir à raison de leur industrie : il est le premier qui ait dévoilé les causes de la dégénération des animaux, savoir, le changement de climats, d'alimens & de mœurs, c'est-à-dire l'éloignement de la patrie, & la perte de la liberté; il est le premier qui ait expliqué comment les peuples des deux continens se sont confondus; qui ait réuni dans un tableau toutes les variétés de notre espèce, & qui, dans l'histoire de l'homme, ait fait connoître, comme un caractère que l'homme seul possède, cette flexibilité d'organes qui se prête à toutes les températures, & qui donne le pouvoir de vivre & de vieillir dans tous les climats.

Dans le nombre des critiques qui s'élevèrent contre la premiere partie de l'histoire naturelle de M. de Buffon, M. l'abbé de Condillac, le plus redoutable de ses adversaires, fixa tous les regards : son esprit jouissoit de toute sa force dans la dispute. Celui de M. de Buffon au contraire y étoit en quelque sorte étranger. Dans ces productions de deux de nos grands hommes, continue M. Vicq d'Azir, je ne vois rien de semblable; dans l'une, on admire une poësie sublime; dans l'autre, une philosophie profonde. Pourquoi se traitoient-ils en rivaux, puisqu'ils alloient par des chemins différens à la gloire, & que tous les deux étoient également sûrs d'y arriver?

Aux discours sur la nature des animaux, succéda leur description. Autour de l'homme, à des distances que le savoir & le goût ont mesurées, il plaça les animaux dont l'homme a fait la conquête, ceux qui le servent près de ses foyers, ou dans les travaux champêtres; ceux qu'il a subjugués & qui refusent de le servir; ceux qui le suivent le caressent sans l'aimer; ceux qu'il repousse par la ruse ou qu'il attaque à force ouverte; & les tribus nombreuses d'animaux qui, bondissant dans les taillis, sous les futaies, sur la cime des montagnes, ou au sommet des rochers, se nourrissent de feuilles & d'herbes; & les tribus redoutables de ceux qui ne vivent que de meurtre & de carnage. A ces grouppes de quadrupèdes, il opposa des grouppes d'oiseaux; chacun de ces êtres lui offrit une physionomie, & reçut de lui un caractère : il a décrit plus de quatre cents espèces d'animaux; &, dans un si long travail, sa plume ne s'est point fatiguée. Avec quelle noblesse, rival de Virgile, M. de Buffon, a peint le coursier fougueux, s'animant au bruit des armes, & partageant avec l'homme les fatigues de la guerre, & la gloire des combats; & avec quelle vigueur il a dessiné le tigre, qui, rassasié de chair, est encore altéré de sang. Comme on est frappé de l'opposition de ce caractère féroce, avec la douceur de la brebis, avec la docilité du chameau, de la vigogne & du renne, auxquels la nature a tout donné pour leurs maîtres, avec la patience du bœuf, qui est le soutien du ménage & la force de l'agriculture! Qui n'a pas remarqué, parmi les oiseaux dont M. de Buffon a décrit les mœurs, le courage franc du faucon, la cruauté lâche du vautour, la sensibilité du serin, la pétulance du moineau, la familiarité du troglodite, dont le ramage & la gaîté bravent la rigueur de nos hivers, & les douces habitudes de la colombe, qui sait aimer sans partage, & les combats innocens des fauvettes, qui sont l'emblême de l'amour léger? Quelle variété, quelle richesse dans les couleurs avec lesquelles M. de Buffon a peint la robe du zèbre, la fourrure du léopard, la blancheur du cygne, & l'éclatant plumage de l'oiseau-mouche! Comme on s'intéresse à la vue des procédés industrieux de l'éléphant & du castor! Que de majesté dans les épizodes où M. de Buffon compare les terres anciennes & brulées des déserts de l'Arabie, où tout a cessé de vivre, avec les plaines fangeuses du nouveau continent, qui fourmillent d'insectes, où se traînent d'énormes reptiles, qui sont couverts d'oiseaux ravisseurs, & où la vie semble naître du sein des eaux! ».

Lorsque M. de Buffon avoit conçu le projet de son ouvrage, il s'étoit flatté qu'il lui seroit possible de l'achever dans son entier; mais le temps lui manqua; il vit que la chaîne de ses travaux alloit être rompue; il voulut au moins en former le dernier anneau, l'attacher & le joindre au premier. Pour s'occuper de l'étude des minéraux, il abandonna à son ami, M. Guéneau de Montbeillard, (*V.* GUENAUD DE MONTBEILLARD) le soin definir son traité des oiseaux; il projetta de resserrer son ouvrage dans des sommaires, où ses observations rapprochées de ses principes, & mises en action, offriroient toute sa théorie dans un tableau mouvant. A cette vue, il en joignit une autre. « L'histoire de la nature lui parut devoir comprendre non-seulement tous les corps, mais aussi toutes les durées & tous les espaces. Parce qui reste, il espéra qu'il joindroit le présent au passé, & que de ces deux points il se porteroit sûrement vers l'avenir. Il réduisit à cinq grands faits tous les phénomènes du mouvement & de la chaleur du globe; de toutes

les substances minérales, il forma cinq monumens principaux; & présent à tout, marchant d'une de ces bases vers l'autre, calculant leur ancienneté, mesurant leurs intervalles, il assigna aux révolutions leurs périodes, aux mondes ses âges, à la nature ses époques ».

Pendant que M. de Buffon voyoit chaque jour à Paris sa réputation s'accroître, un savant (1) méditoit à Upsal le projet d'une révolution dans l'étude de la nature. Ce savant avoit toutes les qualités nécessaires au succès des grands travaux. Il dévoua tous ses momens à l'observation; l'examen de vingt mille individus suffit à peine à son activité. Il se servit, pour les classer, de méthodes qu'il avoit inventées; pour les décrire, d'une langue qui étoit son ouvrage; pour les nommer, de mots qu'il avoit fait revivre, ou que lui-même avoit formés. Ses termes furent jugés bisarres; on trouva que son idiôme étoit rude; mais il étonna par la précision de ses phrases; il rangea tous les êtres sous une loi nouvelle. Plein d'enthousiasme, il sembloit qu'il eût un culte à établir, & qu'il en fût le prophête. Avec tant de savoir & de caractère, Linnée s'empara de l'enseignement dans les écoles; il eut les succès d'un grand professeur; M. de Buffon a eu ceux d'un grand philosophe ». Plus juste, M. de Buffon auroit profité des recherches de ce savant laborieux. Ils vécurent ennemis, parce que chacun d'eux regarda l'autre comme pouvant porter quelque atteinte à sa gloire.

M. de Buffon, pour obtenir des résultats nouveaux sur les progrès de la chaleur, plaça d'énormes globes de métal dans des fourneaux immenses. Il s'est appliqué à la solution des questions les plus importantes à la fonte des grandes pièces d'artillerie, & s'est efforcé de donner plus de perfection aux fers des charrues.

Il s'étoit permis de plaisanter sur une lettre dont il ignoroit alors que M. de Voltaire fût l'auteur. Aussi-tôt qu'il l'eût appris, il déclara qu'il regrettoit d'avoir traité légèrement une des productions de ce grand homme; & il joignit à cette conduite généreuse un procédé délicat, en répondant avec beaucoup d'étendue aux foibles objections de M. de Voltaire, que les naturalistes n'ont pas même jugées dignes de trouver place dans leurs écrits. On connoît son discours de réception à l'Académie françoise, & sa réponse à M. de la Condamine, où il le peignit voyageant *sur ces monts sourcilleux que couvrent des glaces éternelles, dans ces vastes solitudes, où la nature accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois.* L'auditoire fut frappée de cette grande image, & demeura pendant quelques instans dans le recueillement, avant que d'applaudir.

(1) Linnée.

Parmi les monumens dont la capitale s'honore, il en est un que la munificence des rois consacre à la nature, où les productions de tous les règnes sont réunies, où les minéraux de la Suède & ceux du Potose, où le renne & l'éléphant, le pingoin & le kamichi sont étonnés de se trouver ensemble; c'est M. de Buffon qui, riche des tributs offerts à sa renommée par les souverains, par les savans, par tous les naturalistes du monde, porta ces offrandes dans les cabinets confiés à ses soins. La même magnificence se déploie dans les jardins. L'école, l'amphithéâtre, les serres, les végétaux, l'enceinte elle-même, tout y est renouvelé, tout s'y est étendu, tout y porte l'empreinte de ce grand caractère qui, repoussant les limites, ne se plut jamais que dans les grands espaces, & au milieu des grandes conceptions.

Plusieurs ont trouvé que le style de M. de Buffon n'étoit pas toujours au niveau de son sujet, ni aussi varié que les modèles qu'il vouloit peindre; d'autres lui ont reproché de l'emphase. Il y en a qui l'ont accusé d'avoir fait le roman plutôt que l'histoire de la nature; ils ont prétendu qu'il y a dans ses ouvrages beaucoup de faits hasardés, dont l'imagination seule de l'auteur étoit le garant. Sans doute ces critiques sont beaucoup trop sévères. Mais on lui doit cette justice, qu'on ne l'a jamais vu figurer dans ces combats déshonorans pour les savans & pour les lettres, & il n'opposa constamment à ses détracteurs, qu'un généreux silence, de bonnes mœurs, & ses ouvrages. Il pensoit, avec d'Alembert, que ces trois armes sont les plus efficaces qu'on puisse opposer à l'envie.

M. de Buffon mourut au mois d'Avril 1788. A l'ouverture de son corps, on trouva cinquante-sept pierres dans sa vessie. Il fut inhumé à Montbard, dans une chapelle qu'il avoit fait construire lui-même, trente ans auparavant, en disant alors aux ouvriers: *Faites cet endroit solide, je serai là plus long-temps qu'ailleurs.*

Fin de la seconde Partie du Tome premier.

Des Imprimeries de L. P. Couret, & de Demonville, rue Christine, n°s. 2 & 12. 1792.

